

Institut für Tierwissenschaften
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

**Untersuchungen zur Eignung des
„Auerochsen“ für Ganzjahresbeweidung -
Aspekte der Physiologie und Habitatnutzung**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades

Doktor der Agrarwissenschaften
(Dr. agr.)

der Landwirtschaftlichen Fakultät
der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

vorgelegt im November 2014

von

Diana Finken
aus Steffeln

Angefertigt mit Genehmigung der Landwirtschaftlichen Fakultät
der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Referent:	Prof. Dr. Karl-Heinz Südekum Universität Bonn
Korreferent:	PD Dr. Thomas Ziegler Zoologischer Garten Köln
Korreferent:	Prof. Dr. Jürgen Hummel Universität Göttingen

Tag der mündlichen Prüfung: 15.07.2015
Erscheinungsjahr: 2015

Für Julian

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	9
Abbildungsverzeichnis.....	11
Tabellenverzeichnis.....	14
Kartenverzeichnis.....	20
1 Einleitung und Zielsetzung.....	22
2 Vergleich des „Auerochsen“ mit dem Wisent: Aspekte der Verdauung und Thermoregulation.....	37
2.1 Einleitung.....	38
2.2 Fragestellung.....	43
2.3 Tiere, Habitat und Methoden.....	44
2.3.1 Tiere: Wisente und „Auerochsen“.....	44
2.3.1.1 Wisente im Neandertal.....	44
2.3.1.2 „Auerochsen“ im Neandertal.....	45
2.3.2 Habitat: Das Neandertal.....	47
2.3.2.1 Allgemeines.....	47
2.3.2.2 Klima.....	48
2.3.2.3 Karten der Untersuchungsgebiete.....	48
2.3.3 Material und Methoden.....	50
2.3.3.1 Zeitplan der Freilanduntersuchungen.....	50
2.3.3.2 Futteraufnahme.....	50
2.3.3.3 Futterproben.....	50
2.3.3.4 Kotproben.....	52
2.3.3.5 Thermographische Aufnahmen.....	54
2.3.3.6 Statistische Analysen.....	56
2.4 Ergebnisse.....	57
2.4.1 Futteraufnahme.....	57
2.4.2 Futteranalysen.....	57
2.4.2 Kot-Stickstoff.....	59
2.4.3 Kotpartikelgröße.....	60
2.4.4 Thermographie.....	62
2.5 Diskussion.....	66

Inhaltsverzeichnis

2.5.1 Wisent: Futteraufnahme.....	66
2.5.2 „Auerochse“: Futteraufnahme.....	67
2.5.3 Verdauungskapazität und Nahrungszerkleinerung.....	67
2.5.4 Thermographie.....	71
2.5.5 Vergleich von Wisent und „Auerochse“	73
 3 Habitatnutzung des „Auerochsen“	 75
3.1 Einleitung.....	76
3.2 Fragestellung.....	77
3.3 Tiere, Habitat und Methoden.....	79
3.3.1 Tiere: „Auerochsen“	79
3.3.1.1 „Auerochsen“ auf der Insel Wörth im Staffelsee.....	79
3.3.1.2 „Auerochsen“ im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen- Winz“	82
3.3.2 Habitate: Insel Wörth, Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen- Winz“	83
3.3.2.1 Insel Wörth im Staffelsee.....	83
3.3.2.1.1 Allgemeines.....	83
3.3.2.1.2 Bodenformation und Vegetation.....	83
3.3.2.1.3 Klima.....	85
3.3.2.1.4 Karte der Insel Wörth.....	87
3.3.2.2 Naturschutzgebiet (NSG) „Ruhraue Hattingen-Winz“	88
3.3.2.2.1 Allgemeines.....	88
3.3.2.2.2 Bodenformation und Vegetation.....	89
3.3.2.2.3 Klima.....	90
3.3.2.2.4 Karte des Naturschutzgebietes „Ruhraue Hattingen-Winz“	91
3.3.3 Material und Methoden.....	92
3.3.3.1 Zeitplan der Freilanduntersuchungen.....	92
3.3.3.1.1 Wörth.....	92
3.3.3.1.2 Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ ..	92
3.3.3.2 Abiotische Faktoren.....	93
3.3.3.3 Aktivitätsbudget.....	93
3.3.3.4 Habitatnutzung.....	94

Inhaltsverzeichnis

3.3.3.5 Futterpflanzen und Futterproben.....	95
3.3.3.6 Statistische Analysen.....	98
3.4 Ergebnisse.....	100
3.4.1 Klimaparameter.....	100
3.4.2 Aktivitätsbudget.....	100
3.4.2.1 Aktivitätsbudget der Wörther „Auerochsen“.....	100
3.4.2.2 Aktivitätsbudget der Hattinger „Auerochsen“.....	103
3.4.2.3 Aktivitätsbudget - statistische Analyse.....	108
3.4.3 Habitatnutzung.....	109
3.4.3.1 Habitatnutzung der Wörther „Auerochsen“.....	109
3.4.3.2 Habitatnutzung der Hattinger „Auerochsen“.....	113
3.4.3.3 Habitatnutzung - statistische Analyse.....	116
3.4.4 Futterpflanzen und Futterproben.....	118
3.4.4.1 Futterpflanzen und Futterproben der Wörther „Auerochsen“.....	118
3.4.4.2 Futterpflanzen und Futterproben der Hattinger „Auerochsen“.....	124
3.4.4.3 Nahrungszusammensetzung - statistische Analyse.....	131
3.5 Diskussion.....	133
3.5.1 Methodendiskussion.....	133
3.5.2 Ergebnisdiskussion.....	134
3.5.2.1 Aktivitätsbudget.....	134
3.5.2.2 Habitatnutzung und Einfluss des Klimas auf die „Auerochsen“.....	138
3.5.2.3 Futterpflanzen und Futterproben.....	140
3.5.2.4 Schlussfolgerung, Vergleich.....	146
 4 Relevanz von Mineralstoffen (Mengen- und Spurenelemente) für die Ernährung des „Auerochsen“.....	 149
4.1 Einleitung.....	149
4.2 Fragestellung.....	150
4.3 Material und Methoden.....	151
4.4 Ergebnisse.....	155
4.5 Diskussion.....	164

Inhaltsverzeichnis

5 Abschlussdiskussion.....	174
6 Zusammenfassung.....	182
7 Summary.....	185
8 Literaturverzeichnis.....	187
9 Anhang.....	210
9.1 Aktionskatalog.....	210
9.2 Das Neandertal.....	212
9.3 Stundenprotokollbögen.....	215
9.4 Tabellen und Karten.....	219
10 Danksagung.....	252

Abkürzungsverzeichnis

ADF	Säure-Detergenzien-Faser (Acid Detergent Fibre)
Apr	April
„Auer.“	„Auerochsen“
Aug	August
Dez	Dezember
DOM	verdauliche organische Substanz (digestible organic matter)
ELOS	enzymlösliche organische Substanz
EULOS	enzymunlösliche organische Substanz
Feb.	Februar
F _i	prozentualer Flächenanteil der Pflanzengesellschaft am Aufenthaltsgebiet
FM	Frischmasse
GVE	Großvieheinheiten
H	Heu (Hochdruckballen)
LM	Lebendmasse
LMZ	tägliche Zunahme an Lebendmasse
ME	Umsetzbare Energie
MJ	Mega Joule
Mrz	März
mündl.	mündlich
MW	Mittelwert
n	Anzahl der Tiere
NABU	Naturschutzbund Deutschland e.V.
NDF	Neutral-Detergenzien-Faser (Neutral Detergent Fibre)
N _i	prozentuale Nutzung der Pflanzengesellschaft
NN	Normalnull
Nov	November
NSG	Naturschutzgebiet
Ohrmarkennr.	Ohrmarkennummer
OM	organische Substanz (organic matter)
om	organischer Anteil
organ.	organisch

Abkürzungsverzeichnis

P _i	Präferenzindex
R.b.	Rundballenheu
SD	Standardabweichung (Standard Deviation)
TM	Trockenmasse
VDLUFA	Verband deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten e.V.
XA	Rohasche
XF	Rohfaser
XL	Rohfett
XP	Rohprotein
Zuchtbuchnr.	Zuchtbuchnummer

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1-1:	Ernährungstypen der europäischen Wiederkäuer (aus: Hofmann, 1989).....	24
Abb. 1-2:	Verbreitungsgebiet des Auerochsen (nach van Vuure (2005), in: Frisch, 2010).....	31

2 Vergleich des „Auerochsen“ mit dem Wisent: Aspekte der Verdauung und Thermoregulation

Abb. 2-1:	Heu fressende „Auerochsen“ (eigene Aufnahme; Naturschutzfläche Bruchhausen).....	37
Abb. 2-2:	Wisent (eigene Aufnahme; Wildgehege Neandertal).....	37
Abb. 2-3 a:	Die vier im Neandertal lebenden Wisente. Kroko ist das zweite Tier von rechts (eigene Aufnahme).....	45
Abb. 2-3 b:	Wisentkuh (eigene Aufnahme).....	45
Abb. 2-4 a:	„Auerochsen“ in Bruchhausen (eigene Aufnahme).....	45
Abb. 2-4 b:	„Auerochsen“ in Bruchhausen (eigene Aufnahme).....	45
Abb. 2-5:	Ausschnitt aus dem Wisentgehege (links angrenzend: der Sandhaufen; eigene Aufnahme).....	47
Abb. 2-6:	Ausschnitt aus der Bruchhauser Naturschutzfläche (eigene Aufnahme)..	47
Abb. 2-7:	Schema der Übersichtsmesspunkte für die Infrarot-Thermographie (aus: Hilsberg, 2000).....	55
Abb. 2-8:	Vergleich der Rohproteingehalte im Kot [% OM], bezogen auf die organische Substanz, zwischen Wisent und „Auerochse“ (\pm SD (Standard Deviation)).....	59
Abb. 2-9:	Kotpartikelverteilung [%] von Wisent und „Auerochse“ auf den einzelnen Sieben (\pm SD).....	61
Abb. 2-10:	Gewichteter Mittelwert der Kotpartikelgröße [mm] von Wisent und „Auerochse“ (\pm SD).....	61
Abb. 2-11:	Thermographiebild eines „Auerochsen“-Rindes.....	62
Abb. 2-12:	Thermographiebild eines adulten „Auerochsen“ (Kastrat).....	62
Abb. 2-13:	Thermographiebild eines adulten, weiblichen Wisents (thermographiertes Tier ist mit einem Pfeil gekennzeichnet).....	63

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-14:	Thermographiebild eines adulten, weiblichen Wisents.....	63
Abb. 2-15:	Thermographiebild eines adulten, weiblichen Wisents (mit Pfeil gekennzeichnet).....	64

3 Habitatnutzung des „Auerochsen“

Abb. 3-1:	„Auerochsen“-Kuh mit Kalb (eigene Aufnahme; „Ruhraue Hattingen-Winz“).	75
Abb. 3-2:	„Auerochsen“ auf der Insel Wörth (eigene Aufnahme; Nov/Dez 2009).....	79
Abb. 3-3:	„Auerochsen“ auf der Insel Wörth (eigene Aufnahmen; Mai/Juni 2010)..	80
Abb. 3-4:	„Auerochsen“ auf der Insel Wörth (eigene Aufnahmen; Nov/Dez 2009)...	81
Abb. 3-5:	„Auerochsen“ im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ (eigene Aufnahmen).....	82
Abb. 3-6:	Aktivitätsbudget mittleres Tier (n = 13) der Wörther „Auerochsen“ für beide Beobachtungszeiträume (Nov/Dez 2009 und Mai/Juni 2010) (± SD).....	102
Abb. 3-7:	Aktivitätsbudget mittleres Tier (n = 5) der Hattinger „Auerochsen“ für alle vier Beobachtungszeiträume (März, April, August und November 2010) (± SD).....	106
Abb. 3-8 a und b:	Kastanien- und Weißdornblätter fressende „Auerochsen“-Kühe auf der Insel Wörth (eigene Aufnahmen).....	142
Abb. 3-9 a und b:	Schälsschäden an jungen Bäumen im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ (eigene Aufnahmen).....	143
Abb. 3-10:	„Auerochsen“-Rind im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“	148

4 Relevanz von Mineralstoffen (Mengen- und Spurenelemente) für die Ernährung des „Auerochsen“

Abb. 4-1:	Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ (eigene Aufnahmen). Das Kalb in der Mitte nimmt Mineralstoffverbindungen eines Lecksteins auf.....	149
------------------	---	-----

Abbildungsverzeichnis

Abb. 4-2:	Riesenbärenklau (<i>Heracleum mantegazzianum</i>) im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ (eigene Aufnahmen).....	168
Abb. 4-3:	verbissene Binse; Insel Wörth (eigene Aufnahme).....	170
Abb. 4-4:	Ross-Minze; Insel Wörth (eigene Aufnahme).....	170
Abb. 4-5:	Akim verbeißt eine junge Esche; Insel Wörth (eigene Aufnahme).....	172
Abb. 4-6:	verbissene Hasel; Hattingen (eigene Aufnahme).....	172

5 Abschlusssdiskussion

Abb. 5-1:	Grasnarbe im März im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ (eigene Aufnahmen).....	180
Abb. 5-2:	Grasnarbe im Nov/Dez auf der Insel Wörth (eigene Aufnahme).....	180

Tabellenverzeichnis

2 Vergleich des „Auerochsen“ mit dem Wisent: Aspekte der Verdauung und Thermoregulation

Tab. 2-1:	Wisente im Neandertal.....	44
Tab. 2-2:	„Auerochsen“ im Neandertal.....	46
Tab. 2-3:	Mittelwerte (MW) der gefressenen Trockenmassen (TM) [kg] pro Tier und Tag für beide Tierarten und Untersuchungsphasen. Zusätzlich für die 1. Untersuchungsphase: prozentualer Anteil des gefressenen Rundballenheus.....	57
Tab. 2-4:	Fasergehalt (NDFom, ADFom) [g/kg TM], Aschegehalt (XA) [g/kg TM], Rohproteingehalt (XP) [g/kg TM] (nach Kjeldahl), Rohfettgehalt (XL) [g/kg TM], verdauliche organische Substanz (DOM) [g/kg TM] und umsetzbare Energie (ME) [MJ/kg TM] der Futterproben.....	58
Tab. 2-5:	Vergleich der über den Kot-N berechneten und über die ELOS und den XA-Gehalt nasschemisch analysierten Verdaulichkeitswerte [%] der organischen Substanz.....	60
Tab. 2-6:	Zusammenfassung der Thermographie-Befunde.....	65
Tab. 2-7:	Gegenüberstellung der Durchschnitts-Körpergewichte [kg] und tägliche Futteraufnahme [g] pro kg Körpergewicht von Wisent und „Auerochse“.....	74

3 Habitatnutzung des „Auerochsen“

Tab. 3-1:	„Auerochsen“ auf der Insel Wörth.....	80
Tab. 3-2:	„Auerochsen“ im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“.....	82
Tab. 3-3:	Beobachtungszeiten Insel Wörth.....	92
Tab. 3-4:	Beobachtungszeiten Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“.....	93
Tab. 3-5:	Mittelwerte der Lufttemperatur und Luftfeuchte der Insel Wörth.....	100
Tab. 3-6:	Mittelwerte der Lufttemperatur und Luftfeuchte des Naturschutzgebietes „Ruhraue Hattingen-Winz“.....	100
Tab. 3-7:	Aktivitätsbudget der Wörther „Auerochsen“ (Untergliederung in Gruppe der Kühe (n = 5), Färsen (n = 5) und Kälber (n = 3)) für beide Beobachtungszeiträume (Nov/Dez 2009 und Mai/Juni 2010).....	101

Tabellenverzeichnis

Tab. 3-8:	Anteil der aktiven Verhaltensweisen [h] bezogen auf 24 h der Wörther „Auerochsen“ (Untergliederung in Gruppe der Kühe (n = 5), Färsen (n = 5) und Kälber (n = 3)) für beide Beobachtungszeiträume (Nov/Dez 2009 und Mai/Juni 2010).....	103
Tab. 3-9:	Aktivitätsbudget der Hattinger „Auerochsen“ (Untergliederung in Gruppe der Kühe mit Kalb (n = 2), Kühe ohne Kalb (n = 2) und Bulle (n = 1)) für alle vier Beobachtungszeiträume (März, April, August und November 2010).....	105
Tab. 3-10:	Anteil der aktiven Verhaltensweisen [h] bezogen auf 24 h der Hattinger „Auerochsen“ (Untergliederung in Gruppe der Kühe mit Kalb (n = 2), Kühe ohne Kalb (n = 2) und Bulle (n = 1)) für alle vier Beobachtungszeiträume (März, April, August und November 2010).....	107
Tab. 3-11:	Effekte von Gebiet und Jahreszeit auf die Aktivitäten „aktiv“, „fressen“, „Anteil Liegen an Ruhen“ und „Anteil Stehen an Ruhen“: Ergebnis der zweifaktoriellen ANOVA. Die signifikanten Effekte sind fettgedruckt.....	108
Tab. 3-12:	Tatsächliche prozentuale Nutzungshäufigkeit der einzelnen Pflanzengesellschaften durch die Wörther „Auerochsen“ (Untergliederung in Gruppe der Kühe (n = 5), Färsen (n = 5) und Kälber (n = 3)) für beide Beobachtungszeiträume (Nov/Dez 2009 und Mai/Juni 2010).....	111
Tab. 3-13:	Präferenzindex P_i der Wörther „Auerochsen“ (Untergliederung in Gruppe der Kühe (n = 5), Färsen (n = 5) und Kälber (n = 3)) für beide Beobachtungszeiträume (Nov/Dez 2009 und Mai/Juni 2010), sowie Flächengröße [ha] und Flächenanteil [%] der Pflanzengesellschaften.....	112
Tab. 3-14:	Präferenzindex P_i Mittleres Tier (n = 13) für Wald, Waldrand und Offenland der Insel Wörth für beide Beobachtungszeiträume (Nov/Dez 2009 und Mai/Juni 2010), sowie Flächengröße [ha] und Flächenanteil [%] dieser drei Pflanzengesellschaften.....	113
Tab. 3-15:	Tatsächliche prozentuale Nutzungshäufigkeit der einzelnen Pflanzengesellschaften durch die Hattinger „Auerochsen“ (Untergliederung in Gruppe der Kühe mit Kalb (n = 2), Kühe ohne Kalb	

Tabellenverzeichnis

	(n = 2) und Bulle (n = 1)) für alle vier Beobachtungszeiträume (März, April, August und November 2010).....	114
Tab. 3-16:	Präferenzindex P_i der Hattinger „Auerochsen“ (Untergliederung in Gruppe der Kühe mit Kalb (n = 2), Kühe ohne Kalb (n = 2) und Bulle (n = 1)) für alle vier Beobachtungszeiträume (März, April, August und November 2010), sowie Flächengröße [ha] und Flächenanteil [%] der Pflanzengesellschaften.....	115
Tab. 3-17:	Effekte von Gebiet und Jahreszeit auf die Nutzung der Habitate „Offenland“ und „Feldgehölze“ sowie die Präferenzindizes von „Offenland“ und „Feldgehölzen“: Ergebnis der zweifaktoriellen ANOVA. Die signifikanten Effekte sind fettgedruckt.....	116
Tab. 3-18:	Effekte der Jahreszeit auf die Nutzung der Habitate „Wald“ und „Waldrand“ sowie die Präferenzindizes von „Wald“ und „Waldrand“ der Insel Wörth: Ergebnis der einfaktoriellen ANOVA. Die signifikanten Effekte sind fettgedruckt.....	117
Tab. 3-19:	Futterpflanzen und prozentualer Anteil derer Nutzung durch die Wörther „Auerochsen“ (Untergliederung in Gruppe der Kühe (n = 3) und Färsen (n = 2)) für beide Beobachtungszeiträume (Nov/Dez 2009 und Mai/Juni 2010).....	119
Tab. 3-20:	Rohaschegehalt (XA) [g/kg TM], Rohproteingehalt (XP) [g/kg TM], Fasergehalt (ADFom, NDFom) [g/kg TM], verdauliche organische Substanz (DOM) [g/kg TM] und umsetzbare Energie (ME) [MJ/kg TM] der Wörther Futterproben von Nov/Dez 2009.....	121
Tab. 3-21:	Rohaschegehalt (XA) [g/kg TM], Rohproteingehalt (XP) [g/kg TM], Fasergehalt (ADFom, NDFom) [g/kg TM], verdauliche organische Substanz (DOM) [g/kg TM] und umsetzbare Energie (ME) [MJ/kg TM] der Wörther Futterproben von Mai/Juni 2010.....	122
Tab. 3-22:	Anteil von Gras und Gehölzen an der Futterpflanzennutzung und am Energie- und Proteinbudget der Wörther „Auerochsen“ (Untergliederung in Gruppe der Kühe (n = 3) und Färsen (n = 2)) für beide Beobachtungszeiträume (Nov/Dez 2009 und Mai/Juni 2010).....	123
Tab. 3-23:	Futterpflanzen und prozentualer Anteil derer Nutzung durch die Hattinger „Auerochsen“ (Untergliederung in Gruppe der Kühe mit Kalb	

	(n = 2), Kühe ohne Kalb (n = 2) und Bulle (n = 1)) für alle vier Beobachtungszeiträume (März, April, August und November 2010)...	125
Tab. 3-24:	Rohaschegehalt (XA) [g/kg TM], Rohproteingehalt (XP) [g/kg TM], Fasergehalt (ADFom, NDFom) [g/kg TM], verdauliche organische Substanz (DOM) [g/kg TM] und umsetzbare Energie (ME) [MJ/kg TM] der Hattinger Futterproben (Silage) von März 2010.....	126
Tab. 3-25:	Rohaschegehalt (XA) [g/kg TM], Rohproteingehalt (XP) [g/kg TM], Fasergehalt (ADFom, NDFom) [g/kg TM], verdauliche organische Substanz (DOM) [g/kg TM] und umsetzbare Energie (ME) [MJ/kg TM] der Hattinger Futterproben von April 2010.....	127
Tab. 3-26:	Rohaschegehalt (XA) [g/kg TM], Rohproteingehalt (XP) [g/kg TM], Fasergehalt (ADFom, NDFom) [g/kg TM], verdauliche organische Substanz (DOM) [g/kg TM] und umsetzbare Energie (ME) [MJ/kg TM] der Hattinger Futterproben von August 2010.....	128
Tab. 3-27:	Rohaschegehalt (XA) [g/kg TM], Rohproteingehalt (XP) [g/kg TM], Fasergehalt (ADFom, NDFom) [g/kg TM], verdauliche organische Substanz (DOM) [g/kg TM] und umsetzbare Energie (ME) [MJ/kg TM] der Hattinger Futterproben von November 2010.....	129
Tab. 3-28:	Anteil von Gras und Gehölzen an der Futterpflanzennutzung und am Energie- und Proteinbudget der Hattinger „Auerochsen“ (Untergliederung in Gruppe der Kühe mit Kalb (n = 2), Kühe ohne Kalb (n = 2) und Bulle (n = 1)) für die Beobachtungszeiträume April, August und November 2010.....	130
Tab. 3-29:	Effekte von Gebiet und Jahreszeit auf den Anteil von „Gras“ und „Laub/Gehölze“ an der aufgenommenen Nahrung sowie auf den aufgenommenen Gehalt an „NDF“, „XP“ und „ME“ der Futterpflanzen: Ergebnis der zweifaktoriellen ANOVA. Die signifikanten Effekte sind fettgedruckt.....	131
Tab. 3-30:	Effekt der Jahreszeit auf die Nutzung der „Baumfrüchte“ der Wörther „Auerochsen“: Ergebnis der einfaktoriellen ANOVA. Der signifikante Effekt ist fettgedruckt.....	132
Tab. 3-31:	Durchschnittliche Roh Nährstoffgehalte [g/kg TM] und durchschnittlicher Energiegehalt (ME) [MJ/kg TM] der gefressenen Futterpflanzen der	

„Auerochsen“ für die einzelnen Habitate und Beobachtungsphasen.	145
--	-----

4 Relevanz von Mineralstoffen (Mengen- und Spurenelemente) für die Ernährung des „Auerochsen“

Tab. 4-1:	Zeitplan der Untersuchungszeiträume.....	151
Tab. 4-2:	Prüfparameter und deren Analysenmethoden und Analysengeräte...	152
Tab. 4-3:	Trockenmasse (TM), Mengen- und Spurenelemente der Futterproben von der Insel Wörth für den Untersuchungszeitraum Nov/Dez 2009..	156
Tab. 4-4:	Trockenmasse (TM), Mengen- und Spurenelemente der Futterproben von der Insel Wörth für den Untersuchungszeitraum Mai/Juni 2010..	157
Tab. 4-5:	Trockenmasse (TM), Mengen- und Spurenelemente der Futterproben aus dem Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ für die Untersuchungszeiträume März 2010 und April 2010.....	158
Tab. 4-6:	Trockenmasse (TM), Mengen- und Spurenelemente der Futterproben aus dem Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ für den Untersuchungszeitraum August 2010.....	159
Tab. 4-7:	Trockenmasse (TM), Mengen- und Spurenelemente der Futterproben aus dem Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ für den Untersuchungszeitraum November 2010.....	160
Tab. 4-8:	Tägliche Mengen- und Spurenelementaufnahme pro kg TM für die einzelnen Habitate, Untersuchungszeiträume und Tiergruppen.....	161
Tab. 4-9:	Se-Konzentration in Haaren und Blut zweier Hattinger Bullen.....	162
Tab. 4-10:	Se-Konzentration [mg/kg TM] im Boden (Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ und Insel Wörth).....	162
Tab. 4-11:	Effekte von Gebiet und Jahreszeit auf die Mengen- und Spurenelementaufnahme der „Auerochsen“: Ergebnis der zweifaktoriellen ANOVA. Die signifikanten Effekte sind fettgedruckt..	163
Tab. 4-12:	Versorgung von Milchkühen und Aufzuchtrindern mit Mengen- und Spurenelementen.....	171

9 Anhang

Tab. A 1:	Vegetationstabelle der fünf Waldtypen (Kartierung nach Mertens, 2006)	219
------------------	--	-----

Tabellenverzeichnis

Tab. A 2:	Vegetationstabelle der Offenlandtypen (Kartierung nach Mertens, 2006)	220
Tab. A 3:	Vegetationstabelle der in den Waldrändern vorkommenden Pflanzenarten (Kartierung nach Mertens, 2006).....	222
Tab. A 4:	Vegetationstabelle der beiden Heckentypen (Kartierung nach Mertens, 2006).....	223
Tab. A 5:	Vegetationstabelle der in den Baumgruppen/Feldgehölzen vorkommenden Pflanzenarten (Kartierung nach Mertens, 2006).....	223
Tab. A 6:	Vegetationstabelle der in den Alleen vorkommenden Pflanzenarten (Kartierung nach Mertens, 2006).....	223
Tab. A 7:	Vegetationstabelle der beiden Baumreihen (Kartierung nach Mertens, 2006).....	224
Tab. A 8:	Vegetationstabelle der als Solitärbäume vorkommenden Baumarten (Kartierung nach Mertens, 2006).....	224
Tab. A 9:	Rohproteingehalt (XP) [g/kg TM] der Futterproben aus dem Wildgehege Neandertal und dem Naturschutzgebiet Bruchhausen analysiert nach Kjeldahl und nach Dumas (\pm SD).....	230
Tab. A 10:	Rohproteingehalt im Kot [% OM] für die einzelnen Tiere und Tage....	230
Tab. A 11:	Trockenmasse (TM), Mengen- und Spurenelemente der Futterproben aus dem Wildgehege Neandertal/Naturschutzfläche Bruchhausen....	231
Tab. A 12:	Futterwerttabelle und Analysemethoden Insel Wörth Nov/Dez 2009..	232
Tab. A 13:	Futterwerttabelle und Analysemethoden Insel Wörth Mai/Juni 2010..	236
Tab. A 14:	Futterwerttabelle und Analysemethoden Hattingen März 2010.....	239
Tab. A 15:	Futterwerttabelle und Analysemethoden Hattingen April 2010.....	240
Tab. A 16:	Futterwerttabelle und Analysemethoden Hattingen August 2010.....	242
Tab. A 17:	Futterwerttabelle und Analysemethoden Hattingen November 2010..	245
Tab. A 18:	Futterwerttabelle und Analysenmethoden Neandertal 1. Phase 2009.....	247
Tab. A 19:	Futterwerttabelle und Analysenmethoden Neandertal 2. Phase 2009.....	249

Kartenverzeichnis

2 Vergleich des „Auerochsen“ mit dem Wisent: Aspekte der Verdauung und Thermoregulation

- Karte 2-1:** Das Neandertal (aus: Naturschutzverein Neandertal, 2011). Die gestrichelte, schwarze Linie oberhalb des Stalles kennzeichnet den Zaun, der das Wisentgehege vom Auerochsengehege trennt (siehe weißer Pfeil).....49
- Karte 2-2:** Naturschutzgebiet Bruchhausen (aus: Google Earth, letzter Zugriff: 29.04.2013). Der weiße Pfeil markiert die zum Zeitpunkt der Beobachtung für die „Auerochsen“ frei zugängliche Fläche. Die türkise Linie kennzeichnet einen Zaun.....49

3 Habitatnutzung des „Auerochsen“

- Karte 3-1:** Insel Wörth, Vegetationstypen; aus: Mertens (2006).....87
- Karte 3-2:** Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ (aus: Google Earth, letzter Zugriff: 24.05.2012).....91

4 Relevanz von Mineralstoffen (Mengen- und Spurenelemente) für die Ernährung des „Auerochsen“

- Karte 4-1:** Bezeichnungen und Lage der Grünlandflächen im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ (aus: Google Earth, letzter Zugriff: 24.05.2012).....153
- Karte 4-2:** Lage der großen und kleinen Wiese auf der Insel Wörth (Karte mit Legende siehe Anhang (Karte A 2); Originalkarte aus Mertens, 2006).....153

9 Anhang

- Karte A 1:** Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ (aus: Google Earth, letzter Zugriff: 24.05.2012).....225
- Karte A 2:** Vegetationstypen der Insel Wörth (aus: Mertens, 2006).....226
- Karte A 3:** Waldtypen der Insel Wörth (aus: Mertens, 2006).....227
- Karte A 4:** Offenlandtypen der Insel Wörth (aus: Mertens, 2006).....228

Kartenverzeichnis

Karte A 5:	Hecken, Feldgehölze, Alleen, Baumreihen und Solitärbäume der Insel Wörth (aus: Mertens, 2006).....	229
-------------------	---	-----

1 Einleitung und Zielsetzung

Eine zentrale Aufgabe des Naturschutzes ist es, die Vielfalt an Arten und Biotopen in unserer Kulturlandschaft zu sichern (Bunzel-Drücke et al., 2008). Dabei können verschiedene Konzepte und methodische Ansätze verfolgt werden, die sich unter Schlagworten wie Artenschutz (gezielter Schutz bestimmter einzelner Arten), Vertragsnaturschutz (gezielte, relativ intensive Pflegemaßnahmen auf kleineren Flächen) oder dem Schutz großflächiger Gebiete zusammenfassen lassen. In den letzten 20 Jahren war ein weiteres, viel diskutiertes Konzept der Einsatz von großen Pflanzenfressern in extensiver Ganzjahresbeweidung. Damit sollen die mit Herbivorie einhergehenden, natürlich ablaufenden Prozesse unterstützt werden (Bunzel-Drücke et al., 2008), um eine maximale Biodiversität zu erreichen. Dies ging bzw. geht mit Überlegungen einher, dass Megaherbivoren einen großen Einfluss auf ihr Habitat nehmen und seit jeher für ein Offenhalten der Landschaft sorgen (Assmann und Falke, 1997; Falke und Assmann, 2001; Sonnenburg et al., 2003; Bunzel-Drücke und Scharf, 2004; Schley und Leytem, 2004; Johnson, 2009; Hofmann, 2012).

Diese neue Form der Weidetierhaltung beschreiben Bunzel-Drücke et al. (2008) als „naturnahe Beweidung“ oder „halboffene Weidelandschaft“, bei der typischerweise neben den noch natürlich vorkommenden Huftieren (Rothirsch, Reh, Wildschwein) weitere robuste Herbivoren wie verschiedene extensive Rinder- und Pferderassen oder auch Wildtiere wie Wisente oder Przewalskipferde (Zimmermann, 2005b) eingesetzt werden. Herbivoren nehmen gerne Teile von Gehölzen auf (Rahmann, 2004). Dies ist im Hinblick auf das Zurückdrängen einer bestehenden oder entstehenden Verbuschung ein bedeutender Aspekt. Außerdem werden manche Gehölzarten wie z. B. Buchen und Weiden vermehrt verbissen, wodurch Eichen bessere Wachstumschancen erhalten (Sonnenburg et al., 2003; Vista Verde, 2003; Bunzel-Drücke und Scharf, 2004; Gerken et al., 2008). Weiterhin werden Flächen durch Trittsuren und Trampelpfade offengehalten, die für Pionierpflanzen und z. B. Insekten bedeutsam sind. Es gibt auch gute Hinweise, dass durch den umfangreich anfallenden Kot zahlreiche Arten wie z. B. Destruenten, Insekten, Vögel und Fledermäuse besonders gefördert werden (Sonnenburg et al., 2003; Sonnenburg und Gerken, 2004; Bunzel-Drücke et al., 2008; Gerken et al., 2008). Zudem werden Menschen und deren Hunde durch das urige Aussehen verschiedener Vertreter großer Weidetiere vom Betreten der Flächen abgeschreckt, sodass Vögel ungestört

rasten und brüten können (Bunzel-Drücke und Scharf, 2004; WAZ, 2002a; WAZ, 2002b). Um ein langfristiges Zusammenwirken von Huftieren und Vegetation mit möglichst geringen menschlichen Eingriffen zu erhalten, sollen bei einer ganzjährigen naturnahen Beweidung Herbivoren in einer angepassten Dichte gehalten werden (Bunzel-Drücke und Scharf, 2004; Schley und Leytem, 2004; Bunzel-Drücke et al., 2008).

Bei der Auswahl der passenden Herbivoren sind verschiedene Faktoren von Bedeutung, wie z. B. Äsungsverhalten (welche Pflanzen sollen bevorzugt beweidet werden?), Körpergröße (je größer das Tier, desto stärker ist sein Einfluss auf Ökosystembestandteile wie holzige Pflanzen und Bodenbedeckung zu erwarten), Robustheit (z. B. Zurechtkommen im Winter), Anpassung an bestimmte Lebensräume (z. B. feuchtere Flächen), Sozialverhalten und Verhalten gegenüber dem Menschen, aber wie oben bereits angesprochen auch Faktoren wie „Respekt einflößendes Äußeres“. Von besonderer Bedeutung ist natürlich die bevorzugte Äsung der jeweiligen Art.

Nach Hofmann (1989) lassen sich die Herbivoren in drei Ernährungstypen einteilen: „Browser“ (Laub- und Kräuterfresser; in der Originalliteratur als „Konzentratselektierer“ bezeichnet), „Gras- und Raufutterfresser“ („grazer“) und „Intermediärtypen“ (Abb. 1-1). „Browser“ wie Reh und Elch ernähren sich von Laub, Kräutern, Früchten, Speicherorganen und Zweigen (Krebs, 2005; Bachmann und Roosen, 2006; Clauss et al., 2006; Bunzel-Drücke et al., 2008). Mufflon, Hausschaf, Wasserbüffel, Hausrind, Auerochse, Heckrind und die Nichtwiederkäuer Pferd und Esel gehören zum Ernährungstyp „Gras- und Raufutterfresser“ (Hofmann, 1989; Bunzel-Drücke, 2004; Bunzel-Drücke et al., 2008). „Grazer“ sind auf die durch einen hohen Zellwandgehalt charakterisierten Gräser spezialisiert und deshalb auf Weideland angewiesen. Weil Grasfresser Weiderasen erhalten und sogar schaffen können, haben sie einen besonders starken Einfluss auf die Vegetation und Landschaft (Davidson, 1993; Bunzel-Drücke, 2004; Bunzel-Drücke et al., 2008). Außerdem leben sie in Herden oder größeren Gruppen und können auf diese Weise unter bestimmten Bedingungen mahdähnliche Effekte verursachen (Bunzel-Drücke, 2004; Bunzel-Drücke et al., 2008). Den Wisent kann man nicht eindeutig in einen Ernährungstyp eingruppieren (Hofmann, 1989; Bunzel-Drücke, 2004). *Bison bonasus* steht wie der Damhirsch zwischen „Gras- und Raufutterfresser“ sowie

„Intermediärtyp“. Nach Hofmann (1989) fressen Intermediärtypen wie Rothirsch, Alpensteinbock, Gämse und Hausziege sowohl Gräser als auch Laub und Kräuter. Stark faserhaltige Nahrung wird jedoch so lange wie möglich gemieden.

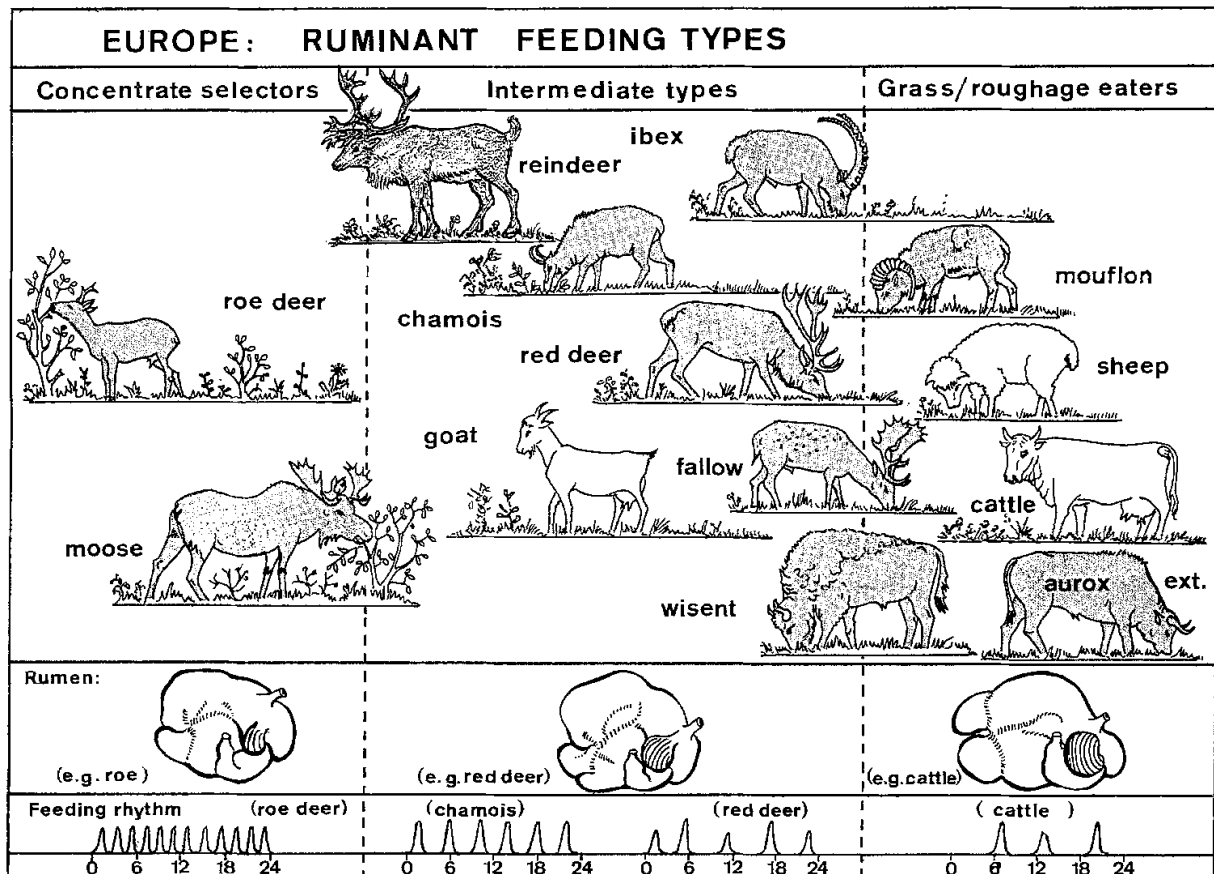


Abb. 1-1: Ernährungstypen der europäischen Wiederkäuer (aus: Hofmann, 1989)

Alle Herbivoren sind in ihrer Nahrungswahl irgendwo variabel. Nach Bunzel-Drücke et al. (2008) ist die Beliebtheit von Nahrungspflanzen immer relativ, wird entscheidend vom Angebot in der Umgebung bestimmt und ist von der Jahreszeit abhängig. Weiterhin vermuten Bunzel-Drücke et al. (2008) rasseabhängige Unterschiede und/oder Traditionen, wie z. B. das Erlernen bestimmter Techniken zur Nutzung von Pflanzenarten (z. B. Rindenschälen). Im Folgenden werden die einzelnen Weidetiere kurz vorgestellt und charakterisiert.

Viele **Hauspferd**-Rassen (*Equus ferus f. caballus*) kommen genau wie das Przewalskipferd (*Equus ferus przewalskii*; **Wildpferd**; Widerristhöhe ca. 120 - 130 cm; Gewicht ca. 250 - 350 kg (Zimmermann, 2005c)) für die ganzjährige Freilandhaltung in Frage (Bunzel-Drücke et al., 2008). Wildpferde - zu denen auch der Tarpan (*Equus ferus ferus*; ausgestorben; Widerristhöhe ca. 135 - 145 cm) zählte -

haben ein großes und weit nach Norden reichendes Verbreitungsgebiet (Bunzel-Drücke, 2004; Bunzel-Drücke et al., 2008). Bunzel-Drücke (2004) und Bunzel-Drücke et al. (2008) beschreiben eine recht hohe Flexibilität der Pferde hinsichtlich des Habitats, wobei ebene, offene oder halboffene, grasreiche Landschaften der optimale Lebensraum sein dürften. Nach Bunzel-Drücke (2004) sind Pferde besser an Kälte und offene Steppen angepasst als Auerochsen. Als Nichtwiederkäuer kommen Equiden zudem mit schlechten Nahrungsbedingungen besser zurecht als Rinder (Putman, 1996; Menard et al., 2002; Bunzel-Drücke et al., 2008). Außerdem können Pferde im Gegensatz zu Rindern Wurzeln von Gräsern und Kräutern ausgraben oder Schnee mit den Hufen beiseite scharren, um an Futter zu gelangen. Weil Equiden im Ober- und Unterkiefer Schneidezähne haben, können sie die Nahrungspflanzen bis auf eine Höhe von 2 - 3 cm abbeißen (Menard et al., 2002; Bunzel-Drücke et al., 2008). Rinder haben lediglich Schneidezähne im Unterkiefer. Der Oberkiefer ist mit einer Kauplatte ausgestattet. Deshalb rupfen sie meistens das Gras mit der Zunge bis auf eine Höhe von 3 - 6 cm ab (Bunzel-Drücke et al., 2008). Von allen im Folgenden behandelten Weidetieren sind Pferde am stärksten auf Gräser als Nahrung spezialisiert. Deshalb sind Pferde bei der Unterhaltung von Weiderasen effektiver als Rinder. Letztere können im Gegensatz zu Equiden durch Verbiss das Aufwachsen und die Ausbreitung einwandernder Gehölze aber besser verzögern oder verhindern (Menard et al., 2002; Bunzel-Drücke et al., 2008). Eine Kombination von Pferden und Rindern kann demnach für die Landschaftsgestaltung ausgesprochen effektiv sein (Putman, 1986; Bunzel-Drücke et al., 2008; Gerken et al., 2008). Für Beweidungsprojekte eignen sich Pferde aufgrund ihrer Anspruchslosigkeit in Bezug auf Nahrungszusammensetzung und Klimatoleranz sehr gut. Außerdem sind sie durch ihre Menschenfreundlichkeit leicht zu managen und besitzen eine hohe Attraktivität für Besucher der Schutzgebiete (Sonnenburg et al., 2003; Bunzel-Drücke et al., 2008).

Der Asiatische **Wildesel** (*Equus hemionus*) hat eine Widerristhöhe von 108 - 127 cm (Zimmermann, 2005a) und ein Körpergewicht von 200 - 260 kg (Feh et al., 2002). Die Verbreitung des Eurasischen Wildesels verlief deutlich südlicher als die Verbreitung der Pferde. Bunzel-Drücke et al. (2008) geben für den Europäischen Wildesel (*Equus hydruntinus*) trockene, sommerwarme und relativ wintermilde Offenlandschaften an. Typischer Lebensraum des Kulans (*Equus hemionus kulan*; in Turkmenistan lebender eurasischer Wildesel) sind gemäßigte Halbwüsten und Steppen in ebenen

oder welligen Landschaften (Baskin und Danell, 2003; Schreiber und Zimmermann, 2006). Der Kulan ernährt sich hauptsächlich von Gräsern. In geringerem Umfang werden Kräuter und Gehölze aufgenommen. Letzterer Anteil steigt an, wenn Gräser selten sind. Der Kulan kann seine Nahrung mit Maul und Hufen von Schnee freiräumen. Schneehöhen über 40 cm können Massensterben auslösen (Baskin und Danell, 2003; Zimmermann, 2005a). Nach Bunzel-Drücke et al. (2008) sind Wildesel für mitteleuropäische Beweidungsprojekte nicht gut geeignet, weil sie mit den dort herrschenden Klimabedingungen nicht ausreichend gut zurechtzukommen scheinen.

Rehe (*Capreolus capreolus*) besitzen eine Schulterhöhe von 60 - 75 cm und ein Körpergewicht von 15 - 30 kg. Europa ist nahezu flächendeckend besiedelt. Typische Lebensräume sind lockere Wälder und Mosaik aus Waldinseln und offenen Flächen mit einem hohen Anteil an Grenzlinienstrukturen. Agrarflächen, geschlossene Wälder, Stadtparke und viele weitere Habitate werden allerdings auch von den kleinen Wildtieren besiedelt (Lehmann und Sägesser, 1986; Krebs, 2005; Bachmann und Roosen, 2006; Bunzel-Drücke et al., 2008). Rehe ernähren sich von Knospen, Trieben, Fruchtkörpern, Blättern und Blüten. Gehölzverbiss kann vor allem forstwirtschaftlich gesehen erhebliche Ausmaße erreichen. Durch die fast flächendeckende Verbreitung werden Rehe Ganzjahresbeweidungsprojekte von sich aus besiedeln. Spezielle Rehwildgatter scheinen nach Bunzel-Drücke et al. (2008) eher ungeeignet, weil die hohe Territorialität nur wenig Tiere pro Fläche zulassen würde, wodurch der Einfluss der Herbivorie reduziert wird.

Der europäische **Elch** (*Alces alces*) erreicht eine Schulterhöhe von 150 - 220 cm und besitzt ein Körpergewicht von 240 - 600 kg; das natürliche Verbreitungsgebiet erstreckt sich auf Tundra, Taiga und Waldlandschaft der nördlichen Erdhalbkugel, wobei Laub- und Mischwälder mit Pappeln und Weiden, Ränder von Mooren, Sümpfen und Seen bevorzugt werden (Nygrén, 1986). Elche ernähren sich fast ausschließlich von Blättern, Trieben, Zweigen von Laub- und Nadelbäumen, Kräutern, Rinde sowie Wasser- und Sumpfpflanzen (Nygrén, 1986; Krebs, 2005; Kohlschein, 2011). Nach Bunzel-Drücke et al. (2008) stellen Elche in einer Multispeziesbeweidung eine Bereicherung dar. Sie können die Sukzession in Offenlandlebensräumen aber nicht verhindern und entsprechen in der alleinigen Haltung deshalb nicht dem, was man von einer „Beweidung“ erwartet.

Gämse (*Rupicapra rupicapra*; Schulterhöhe 70 - 90 cm, Körpergewicht ca. 35 - 40 kg), **Alpensteinbock** (*Capra ibex*; Schulterhöhe 65 - 105 cm, Körpergewicht ca.

40 - 120 kg) und **Hausziege** (*Capra aegagrus f. hircus*; Größe und Gewicht sind rasseabhängig) sind in Südeuropa verbreitet und an das Leben in Felsregionen angepasst (Nievergelt und Zingg, 1986; Sägesser und Krapp, 1986; Krebs, 2005; Bachmann und Roosen, 2006; Bunzel-Drücke et al., 2008; Sambraus, 2011). Im Sommer ernähren sich Gämse als Konzentratselektierer und im Winter als Graser (Sägesser und Krapp, 1986; Krebs, 2005; Bachmann und Roosen, 2006; Bunzel-Drücke et al., 2008). Steinböcke fressen überwiegend Gräser und zu einem kleineren Anteil Kräuter. Im Winter können größere Anteile Nadelholz aufgenommen werden (Nievergelt und Zingg, 1986; Krebs, 2005; Bachmann und Roosen, 2006). Ziegen fressen Gräser, Kräuter und Gehölze. Das Angebot in der Umgebung bestimmt dabei die Beliebtheit von Futterpflanzen (Smith und Bullock, 1993; Wallner, 2005). Bei Gämse und Steinbock raten Bunzel-Drücke et al. (2008) von einer Gehegehaltung ab. Ziegen können in geringer Dichte in Ganzjahresbeweidungsprojekten auf trockenen Böden, besonders in felsigen Lebensräumen, eingesetzt werden. Weil Ziegen die Vegetation nicht gleichmäßig abweiden und nur kurz bei einer Pflanzenart verweilen, ist eine Kombination mit Rindern oder Pferden zu empfehlen.

Hausschaf (*Ovis orientalis f. aries*) und **Mufflon** (*Ovis orientalis f. musimon*; Wildform, Schulterhöhe ca. 65 - 75 cm, Körpergewicht ca. 30 - 50 kg (Röhrs, 1986)) sind in Mitteleuropa und Südasien verbreitet. Als Habitat der asiatischen Wildschafe geben Bunzel-Drücke et al. (2008) trockenes Grasland im Mittel- und Hochgebirge oder in Steppen und Halbwüsten mit geringen Schneelagen an. In Mitteleuropa wurden die meisten Mufflons in Wäldern angesiedelt. Schafe ernähren sich von Gräsern, Kräutern und Gehölzen (Röhrs, 1986; Krebs, 2005; Bachmann und Roosen, 2006; Bunzel-Drücke et al., 2008). Dabei selektieren sie in freier Weide sehr genau ihre Nahrung. Für Ganzjahresbeweidungen in trockenen, warmen Lebensräumen in offenen oder halboffenen Landschaften ohne regelmäßig hohe Schneelagen sind Schafe geeignet (Bunzel-Drücke et al., 2008).

Rothirsche (*Cervus elaphus*; Schulterhöhe 90 - 124 cm, Körpergewicht ca. 55 - 160 kg) sind in Europa, West- und Zentralasien bis auf nördliche Gebiete verbreitet und bewohnen weiträumige, teilweise offene Lebensräume wie Flussauen, lichte Wälder, Grasland, Heidegebiete und Hochlagen an der Baumgrenze (Bützler, 1986; Krebs, 2005). Die Grundnahrung des Rotwildes sind Gräser. Baumfrüchte, Gehölze und Kräuter ergänzen die Nahrung (Bützler, 1986; Krebs, 2005; Bachmann und Roosen, 2006; Hofmann, 2012). Rothirsche können wegen ihrer großen Attraktivität

für Besucher eine Bereicherung für Beweidungsprojekte darstellen (z. B. Oostvaardersplassen). Die Fähigkeiten der Landschaftsgestaltung sowie ob und wenn ja unter welchen Bedingungen Rotwild Flächen offenhalten kann, ist allerdings wissenschaftlich noch nicht eindeutig geklärt (Bunzel-Drüke et al., 2008).

Der **Damhirsch** (*Dama dama*; Schulterhöhe 80 - 90 cm, Körpergewicht ca. 35 - 100 kg) ist in West- und Südeuropa verbreitet und bevorzugt lockere Waldgebiete oder Mosaike aus Waldinseln mit offenen Flächen in nicht zu rauer Lage (Heidemann, 1986; Krebs, 2005; Bachmann und Roosen, 2006). Heidemann (1986) und Bunzel-Drüke et al. (2008) beschreiben den Damhirsch als spezialisierten Grasfresser, der im Herbst die Baumast gerne nutzt und im Winter Gehölze frisst, auf diese aber nicht angewiesen ist. Letztere Autoren geben eine grundsätzlich gute Eignung des Damwildes für Ganzjahresbeweidung an. Zur Landschaftsgestaltung können wegen der fehlenden Literatur aber keine Angaben gemacht werden.

Beim Konzept der Beweidung mit Megaherbivoren kommt Rindern als Gruppe mit den größten für Beweidungsprojekte in Mitteleuropa zur Verfügung stehenden Arten (Hausrinderrassen, Wisente, Wasserbüffel) eine besondere Rolle zu. Der **Wisent** (*Bison bonasus*), ein Wildrind, ist das größte frei lebende Landsäugetier Europas. Riedl und Poettinger (2009) geben für ausgewachsene Bullen eine Schulterhöhe von bis zu zwei Metern und ein Gewicht von 700 - 1000 kg an. Für die Kühe wird von letzteren Autoren ein Gewicht von 400 - 500 kg angegeben. Krasińska und Krasiński (2008) beschreiben für erwachsene Wisente der frei lebenden Population im Urwald von Białowieża Körpergewichte von 436 - 840 kg bei männlichen und 340 - 540 kg bei weiblichen Tieren. Das Körpergewicht der Wisente in der Reservatszucht hingegen wird mit 580 - 920 kg bei Bullen und mit 320 - 640 kg bei den Kühen angegeben. Bereits im 11. Jahrhundert begann der Ausrottungsprozess der Wisente (Graczyk, 1981; Pucek et al., 2004; Krasińska und Krasiński, 2008). Der heutige Gesamtbestand der Wisentpopulation geht auf nur 12 Gründertiere (Krasińska und Krasiński, 2008; Poettinger, 2011) zurück. Der ursprüngliche Lebensraum der Wisente umfasste einen wesentlichen Teil des europäischen Kontinents (Pucek, 1986; Pucek et al., 2004; Bunzel-Drüke et al., 2008; Krasińska und Krasiński, 2008; Riedl und Poettinger, 2009; Tillmann et al., 2012). Vor allem in West-, Mittel- und Südeuropa kam der Wisent vor. Das Verbreitungsgebiet des Wisents erstreckte sich im Gegensatz zum Auerochsen weiter nach Norden und höher in die Gebirge hinauf (Bunzel-Drüke et al., 2008). Kälte und hohe Schneelagen beeinträchtigen ihn

weniger als den Auerochsen. Im Gegensatz zu Auerochse und Hausrind kann der Wisent mit Schnee bedeckte Futterflächen mit dem Kopf freiräumen. Nach Bunzel-Drücke (2004) und Bunzel-Drücke et al. (2008) bevorzugen Wisente Wald-Offenland-Mosaik mit Weichholzsukzession auf nicht zu nassen Böden. Feuchtgebiete werden gemieden, wofür auch die große Empfindlichkeit gegenüber Leberegel (*Fasciola hepatica*) ein Indiz ist. Wisente nehmen Pflanzen der Krautschicht, des Unterholzes sowie Laub, Triebe und Baumrinde als Nahrung auf (Pucek, 1986; Krasińska und Krasiński, 2008). Je nach Jahreszeit wählen die Wildrinder ein Biotop, in dem sie die ihnen entsprechende Nahrung finden. Borowski und Kossak (1972) stellten bei Untersuchungen von Nahrungspräferenzen bei direkten Beobachtungen von *Bison bonasus* im polnischen Teil des Urwalds von Białowieża und auf Versuchsflächen fest, dass die Nahrung der Tiere aus 137 Pflanzenarten (27 Baum- und Straucharten, 14 Gras- und Seggenarten, 96 Krautarten) besteht. In der Wisentnahrung machen Bäume und Sträucher 33 % (Anteil des Schälens 26,6 %) und Gräser, Seggen und Kräuter 67 % aus. Nach Bunzel-Drücke et al. (2008) sind Wisente für sehr große und nicht zu nasse Flächen für Ganzjahresbeweidung geeignet. *Bison bonasus* kann eine Ergänzung oder Alternative zum taurinen Rind sein. Dem großen Interesse der Wisent-Welt-Wittgenstein (Wisent-Welt, 2013) nach zu urteilen, besitzen Wisente auch eine große Attraktivität für Besucher der Schutzgebiete.

Haus-Wasserbüffel (*Bubalus arnee f. bubalis*; Schulterhöhe ca. 130 - 140 cm, Körpergewicht ca. 500 - 1000 kg) sind in Südeuropa und Südasien verbreitet und bewohnen Offenland als auch lichte Wälder in Auen und anderen Feuchtgebieten in den Tropen und Subtropen (Bunzel-Drücke et al., 2008). Wasserbüffel sind überwiegend Grasfresser. Das Nahrungsspektrum ähnelt dem der taurinen Rinder. Im Gegensatz zu den Hausrindern kann wegen der effektiveren Verdauung Nahrung geringerer Qualität von den Wasserbüffeln besser ausgenutzt werden (National Research Council, 2002, in: Bunzel-Drücke et al., 2008). Wasserbüffel sind nach Bunzel-Drücke et al. (2008) bevorzugt in Beweidungsprojekten einzusetzen, in denen größere Gewässer und Röhrichte strukturiert werden sollen. Die größere klimatische Empfindlichkeit bei Hitze und vor allem bei Kälte muss berücksichtigt werden.

Von großer Bedeutung für Beweidungsprojekte sind zahlreiche extensive Hausrinderrassen (*Bos primigenius f. taurus*; Bunzel-Drücke et al., 2008; Sambras, 2011) wie z. B. Schottische Hochlandrinder, Galloways, Hinterwälder, Englische

Parkrinder oder Murnau-Werdenfelser. Nicht zuletzt aufgrund ihrer dem Auerochsen nahekommenden Optik werden in einer extensiven, ganzjährigen Freilandhaltung immer häufiger „Auerochsen“ zur Landschaftspflege eingesetzt. Zu Beginn der achtziger Jahre entwickelte sich ein richtiger Boom in der „Auerochsen“-Zucht (Frisch, 2010). Letztendlich gehen sie natürlich wie alle anderen Hausrinderrassen auch auf den **Auerochsen** (*Bos primigenius*) als Stammvater zurück. Dabei wird angenommen, dass die Domestikation vor ca. 10500 Jahren im nahen Osten stattfand (Bollongino, et al., 2012). Der Auerochse - auch Ur genannt - war sehr weit verbreitet (Abb. 1-2). So ist z. B. in vorgeschichtlicher Zeit sein Vorkommen für die Eis- und Nacheiszeit vom 30. bis zum 60. Breitengrad belegt (Frisch, 2010). Nach Bunzel-Drücke (1996) lebte der Ur wahrscheinlich im Gegensatz zu dem Wanderzüge ausführenden Steppenwisent als „Standwild“ in halboffenen Landschaften. Der Auerochse hatte einen deutlich südlicheren Verbreitungsschwerpunkt als der Wisent, und vor allem Niederungen wurden besiedelt. Bunzel-Drücke (2004) schreibt, dass viele Funde aus Feuchtgebieten stammen.

Der Auerochse ist 1627 mit dem Tod der letzten Kuh im Wildpark von Jaktorowka, südwestlich von Warschau, ausgestorben (Krasińska und Krasiński, 2008; Frisch, 2010). In den 20er Jahren des letzten Jahrhunderts kam den Brüdern Heinz und Lutz Heck der Gedanke, den Auerochsen rückzuzüchten. Unabhängig voneinander kreuzten sie unterschiedlichste Rinderrassen (Frisch, 2010; Poettinger, 2011) miteinander, um ihrem Ziel nahe zu kommen. Bereits nach wenigen Generationen wurden 1932 die ersten Heckrinder (Bunzel-Drücke, 1996) geboren, die die gewünschten Auerochsen-Eigenschaften annähernd in sich trugen. Obwohl Heinz und Lutz Heck unterschiedliche Rinderrassen für die Zucht benutzten (Münchner und Berliner Zuchtlinie (Frisch, 2010)), und die exakte Rassenzusammensetzung unbekannt ist (Bunzel-Drücke, 1996), ergaben ihre Zuchtbemühungen erstaunlich ähnlich aussehende Tiere. Phänotypisch ähneln Heckrinder dem historischen Auerochsen (Bunzel-Drücke, 1996). Die ursprüngliche Größe des Auerochsen (Widerristhöhe: Bullen 160 - 180 cm; Kühe: ca. 150 cm (van Vuure, 2005)) wurde trotz aller Zuchtbemühungen allerdings noch nicht erreicht. Außerdem zeigen die Körperproportionen der Heckrinder noch einige Haustiermerkmale. So sind z.B. Euter und Hoden der heutigen „Auerochsen“ größer als bei den ausgestorbenen Vorfahren. Zudem sind Heckrinder nicht so hochbeinig wie Auerochsen, und die Einwärtskrümmung der Hornspitzen fehlt bei den rückgezüchteten Tieren (Bunzel-

Drücke, 1996). Bei den Heckrindern bzw. „Auerochsen“ handelt es sich um eine Abbildzüchtung des ausgestorbenen Auerochsen und nicht um Wildrinder, weil sie eine Kreuzung verschiedener mitteleuropäischer Haustierrassen sind. Um das Wildrind Auerochse von der Rückzüchtung „Auerochse“ zu unterscheiden, wird letztere mit Anführungszeichen geschrieben. Diese Schreibweise ist inzwischen in der Wissenschaft fest verankert. In der „Auerochsen“-Zucht wird ein Körpergewicht von ca. 900 kg bei den Bullen und von ca. 600 kg bei den Kühen angestrebt (Frisch, 2010). Dabei ist an dieser Stelle auch festzuhalten, dass in der ursprünglichen Zuchtlinie der „Auerochsen“ der Schwerpunkt der Zucht auf Auerochsen-Optik und nicht auf Eignung als Extensivrind lag.

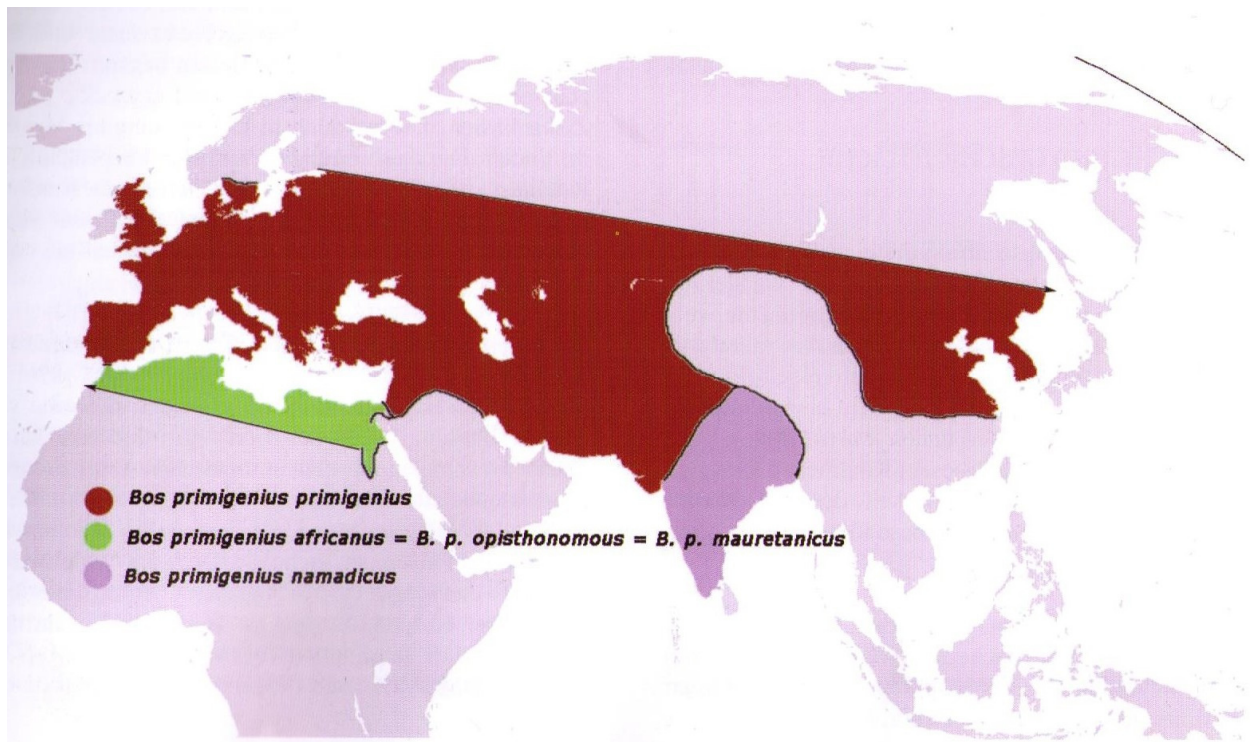


Abb. 1-2: Verbreitungsgebiet des Auerochsen (nach van Vuure (2005), in: Frisch, 2010)

Abhängig von Alter, Witterungslage und gewachsenem Futterangebot nehmen „Auerochsen“ nach Frisch (2010) ca. 6 - 10 kg TM Raufutter auf. Für trockenstehende Milchkühe geben Kirchgeßner et al. (2008) eine tägliche Futteraufnahme von ca. 11 - 13 kg TM an. Die Menge des aufgenommenen Futters variiert je nach Rasse, Lebendmasse und Rationsgestaltung. Nach Brändle et al.

(2009) nehmen Mutterkühe in Abhängigkeit von der Körpermasse und des Laktationsstadiums ca. 9 - 15 kg TM auf. Für Fleckviehkühe gibt die Lfl (2008) TM-Aufnahmen von ca. 9 - 16 kg an, die ebenfalls von der Futterqualität, vom Alter der Tiere und deren Laktationsstadium abhängig sind. Je höher die Laktationsleistung, desto mehr Futter müssen die Kühe aufnehmen. Für weibliche Jungrinder mit einem Lebendgewicht von ca. 450 kg geben Kirchgeßner et al. tägliche TM-Aufnahmen von ca. 7 - 9 kg an. Van Vuure (2005) hat die Nahrung des Auerochsen in seinem ursprünglichen Habitat unter Zuhilfenahme unterschiedlicher Literaturquellen, anhand der Morphologie und anhand der aufgenommenen Nahrung von domestizierten Rindern rekonstruiert. Demnach fraß der Ur im Frühling und Sommer hauptsächlich Gräser (Süßgräser, Sauergräser und Binsengewächse) mit Ergänzung von Stauden und Blättern von Bäumen und Sträuchern. Während des Herbstes nahm der Gräseranteil ab. Der zunehmende Anteil an Bäumen und Sträuchern wurde nach Möglichkeit mit Baumfrüchten (z. B. Eicheln) und herabgefallenen Blättern ergänzt. Im Winter ernährten sich die Tiere neben Gräsern und Kräutern hauptsächlich von Ästen und Zweigen. Bäume und Sträucher wurden nur gelegentlich geschält.

Untersuchungen bezüglich der Nahrungswahl von wild lebenden Rindern in Naturschutzgebieten wie z. B. den Oostvaardersplassen (Niederlande) zeigen, dass Gräser die Hauptnahrung während der Vegetationszeit darstellen. Während des Winters besteht ein großer Anteil der Nahrung aus Ästen und Zweigen von Bäumen und Sträuchern (Van Vuure, 2005). Baumrinde wird auch regelmäßig von den Tieren aufgenommen (Van Vuure, 2005; Bunzel-Drüke et al., 2008).

Nach Frisch (2010) nehmen rückgezüchtete „Auerochsen“ sowohl im Sommer als auch im Winter gerne Äste von Laub- und Nadelhölzern sowie kleinere umgelegte Bäume zur zusätzlichen Mineralstoffversorgung auf. In selenarmen Gebieten, oder in Habitaten ohne Waldbereiche, ist darauf zu achten, dass die Tiere wichtige und nicht ausreichend vorhandene Mineralstoffverbindungen über Lecksteine aufnehmen können (Leisen et al., 2004; Rahmann, 2004). Während Notzeiten können die „Auerochsen“ mit Heu zugefüttert werden.

Ganzjahresbeweidungsprojekte müssen für die Haltung von Rindern große Anteile an Offenland für die Nahrungssuche aufweisen. Wald und Gehölzstrukturen werden gern als Deckung und vor allem als Ruheplätze genutzt (Pratt et al., 1986; Bokdam, 2003; Bunzel-Drüke et al., 2008; Poettinger, 2011). Blätter und junge Triebe

ergänzen den Speiseplan. Nach Bunzel-Drüke et al. (2008) benötigen Rinder qualitativ hochwertigere Nahrung als Pferde. Im Gegensatz zu Pferden können Wiederkäuer wegen der Futteraufnahmekapazität (Jeroch et al., 2008) und des „Pansenengpasses“ (Vulink, 2001; Bunzel-Drüke, 2004) nicht mehr fressen, um Qualitätsmängel auszugleichen. Deshalb werden vor allem von den Rindern nährstoffreiche Lebensräume bevorzugt. Bunzel-Drüke et al. (2008) beschreiben Rinder neben den Pferden als die wichtigste Tierart für Beweidungsprojekte. Als Gras- und Raufutterfresser kann Offenland erhalten bleiben oder vielleicht sogar durch das Zurückdrängen von Gehölzen (Menard et al., 2002) geschaffen werden. Bunzel-Drüke et al. (2008) schreiben weiterhin, dass Rinder nicht so selektiv weiden wie Pferde, bei der Unterhaltung von Weiderasen weniger effektiv sind und im Gegensatz zu Schafen und Ziegen auffällige Blütenstände nicht gezielt aufsuchen. Dadurch können Pflanzen wie z. B. Orchideen auf Rinderstandweiden gefördert werden.

Bei der Auswahl einer Rinderrasse für ein Beweidungsprojekt können unterschiedliche Aspekte eine Rolle spielen. Neben Auerochsen-Ähnlichkeit, Fleischqualität und -menge, Verkaufswert von Zuchttieren, geringem Aufwand bei Fang und Verladung sowie Temperament und Lebhaftigkeit spielen ein geringer allgemeiner Management-Aufwand/Robustheit, Sicherheit von Besuchern auf frei zugänglichen Flächen, Beruhigung von Naturschutzgebieten durch wehrhaft wirkende, langhornige Tiere und die Förderung einer bedrohten Rasse eine Rolle (Bunzel-Drüke et al., 2008). Bevor man sich für eine Robustrasse entscheidet, sollten deren Eigenschaften bekannt sein und mit den für das entsprechende Beweidungsprojekt gesetzten Zielen und Vorhaben übereinstimmen, um ungewünschte und negative Auswirkungen, wie z. B. Krankheiten durch nicht angemessene Lebensräume, zu verhindern und den Haltungsaufwand für die Tiere wie erwünscht minimal zu halten. Wie bereits angeklungen lag der Schwerpunkt der Zuchtrichtung beim „Auerochsen“ über Jahrzehnte auf einer dem Wildtier Auerochse nahekommenden Optik, nicht auf der Robustheit der Rasse bei einem Ganzjahreseinsatz der Tiere im Freiland (eine Entwicklung der Rasse in diese Richtung fand erst seit ihrem vermehrten Einsatz in solchen Beweidungsprojekten (z. B. Oostvaardersplassen) seit etwa Beginn der 90er Jahre statt (Van Vuure, 2005)).

Probleme, die bei ganzjähriger Freilandhaltung von „Auerochsen“ in einzelnen Projekten aufgetreten sind, sind stärkere Gewichts-/Konditionsverluste bis hin zum Hungertod von „Auerochsen“ gegen Ende des Winters (Zimmermann et al., 2004; Koene, 2006; Wild und Hund, 2010; W. Zimmermann, 2010 und 2013, mündlich). So führen nach Aussagen von W. Zimmermann (2010 und 2013, mündlich) Wintergeburten und die Aufzucht der Kälber während der kalten Jahreszeit zu Konditionsverlusten bei den Kühen. Ist das Nahrungsangebot aufgrund von nicht angepasstem Tierbesatz nicht ausreichend, kann es ohne entsprechendes Zufüttern zum Hungertod der Tiere kommen, wie das Beispiel von Oostvaardersplassen (Vera, 2009; Wild und Hund, 2010) zeigt. Nach Bokdam und Wallis De Vries (1992) spielt die Futterqualität bei der Auswahl von Beweidungsgebieten eine wichtige Rolle. So variiert die Futterqualität von unterschiedlichen Landschaftstypen, was bei der Auswahl der Flächen und Beweidungstiere mitberücksichtigt werden sollte, weil das natürliche Zugverhalten aufgrund der oft nur kleinen und/oder zerschnittenen Lebensräume unterbunden ist.

Ansätze der Arbeit

Weil jede Tierart besondere Habitat- und Futteransprüche hat, eine bestimmte Art der Futteraufnahme, eine spezifische Fähigkeit der Verwertbarkeit des angebotenen Futters und eine bestimmte Verdauungsstrategie, muss man genau abwägen, welche Tierart in einem gegebenen Habitat eingesetzt wird. In der vorliegenden Arbeit soll eine Empfehlung erarbeitet werden, in welchem Habitat eine Ganzjahresbeweidung mit „Auerochsen“ am ehesten stattfinden kann. Hierzu werden folgende Aspekte in den Kapiteln 2-4 behandelt:

Kapitel 2: Vergleich des „Auerochsen“ mit dem Wisent: Aspekte der Verdauung und Thermoregulation

Wie bereits erwähnt, traten bei „Auerochsen“ in einzelnen Projekten Probleme mit der Körperkondition im Winter auf, die von einer Wildrindart wie dem Wisent nicht bekannt sind. Vor diesem Hintergrund soll in diesem Teil näher untersucht werden, ob sich in Aspekten der Verdauung des Futters und der Temperaturregulation Unterschiede zwischen Wisent und „Auerochse“ zeigen. Im Einzelnen sind dies:

- Verdauungskapazität: Gibt es einen Unterschied zwischen „Auerochse“ und Wisent in der von ihnen realisierten Verdaulichkeit, bzw. kann der Wisent die Nahrung besser verdauen? Als Maßstab für die Verdaulichkeit des Futters wird der Kot-Stickstoffgehalt (Lukas et al., 2005) herangezogen.
- Nahrungszerkleinerung: Über Größen wie Futteraufnahme und Verdaulichkeit nimmt die Nahrungszerkleinerung Einfluss auf das Energiebudget der Tiere. Als Maßstab für die Nahrungszerkleinerung beim Tier wird die Kotpartikelgröße herangezogen.
- Thermoregulation: Während der Wintermonate hat die Kältetoleranz der Tiere großen Einfluss auf das Energiebudget. Zur Untersuchung dieser Eigenschaft werden Infrarot-Bilder der Tiere herangezogen, die Rückschlüsse auf den thermoneutralen Bereich der Tiere erlauben.

Kapitel 3: Habitatnutzung des „Auerochsen“

Um abschätzen zu können, inwieweit Gebiete für Ganzjahresbeweidungsprojekte mit „Auerochsen“ geeignet sind, ist ein gutes Wissen zur Nutzung verschiedener Habitatbestandteile im Jahresverlauf wichtig. Dabei sind Faktoren von Bedeutung wie die Qualität des Futters oder Strukturen, die zum Wetterschutz genutzt werden. In diesem Zusammenhang wird diskutiert, welche Bedeutung Gehölzen zukommt. Für eine nähere Betrachtung wurden zwei Flächen (eine mit einem höheren Gehölzanteil) während verschiedener Jahreszeiten mit folgenden Hypothesen untersucht:

- Aktivitätsbudget: Im Verlauf eines Jahres ändern sich die Anteile der einzelnen Aktivitäten. Um einen Einblick in die Verteilung der Aktivitäten zu bekommen, wurde das Aktivitätsbudget der beiden Herden zu unterschiedlichen Zeiten aufgenommen.
- Habitatnutzung: Der „Auerochse“ gehört zum Ernährungstyp „Graser“ und bevorzugt deshalb hauptsächlich Grünlandflächen. Welche Rolle Waldrändern, Hecken und anderen Gehölzen zukommt, soll dargestellt werden.

- Futterpflanzen: Die Zusammensetzung der Nahrung ist bei Tieren in der Landschaftspflege von großem Interesse. Als Hauptnahrung der „Auerochsen“ ist sicherlich Gras anzusehen. Es stellt sich allerdings die Frage, inwieweit Gehölze als Futterquelle genutzt werden und welcher Anteil sich für sie im Energie- und Proteinbudget der Tiere abschätzen lässt. Auch hier sind jahreszeitliche Angebote sowie Schwankungen der Nahrungsqualität in den Gebieten von Bedeutung.

Kapitel 4: Relevanz von Mineralstoffen (Mengen- und Spurenelemente) für die Ernährung des „Auerochsen“

Neben der Energie- und Proteinversorgung spielt natürlich die Mineralstoffversorgung für die Nahrungswahl der Tiere eine große Rolle. Auch hier wird das Nährstoffbudget der Tiere abgeschätzt, und es soll überprüft werden, welchen Anteil Gehölzpflanzen bei umfangreichem Vorhandensein zur Versorgung der Tiere beitragen. Im Einzelnen werden folgende Punkte behandelt:

- Mineralstoffversorgung: Bei einem abwechslungsreichen Futterangebot wählen Rinder jene Futterpflanzen, die ihnen die zum Überleben notwendigen Mengen- und Spurenelemente liefern.
- Selen: In Deutschland ist der Status des Spurenelementes Selen in Aufwüchsen zu 99 % als defizitär zu bezeichnen (Laser, 2005). Weil geologische Gegebenheiten und atmosphärische Emissionen den Se-Gehalt beeinflussen, stellt sich die Frage, ob und wenn ja welche Unterschiede es zwischen einer naturnahen und einer im industriellen Ballungsraum liegenden Fläche gibt, und welche Konsequenzen dies für die Se-Versorgung der „Auerochsen“ hat.

2 Vergleich des „Auerochsen“ mit dem Wisent: Aspekte der Verdauung und Thermoregulation



Abb. 2-1: Heu fressende „Auerochsen“ (eigene Aufnahme; Naturschutzfläche Bruchhausen)



Abb. 2-2: Wisent (eigene Aufnahme; Wildgehege Neandertal)

2.1 Einleitung

Der „Auerochse“ (*Bos primigenius taurus*) - früher auch Heckrind genannt - ist ein domestiziertes Rind, das vom 1627 ausgestorbenen Auerochsen (*Bos primigenius*) (Frisch, 2010) abstammt. Weil heute weitere Rinderrassen zur Abbildzucht eingekreuzt werden, um dem Phänotyp der Wildform noch näher zu kommen (Frisch, 2010), wurde der Name Heckrind aufgegeben. Die heutigen „Auerochsen“ werden zwischen 600 und 900 kg schwer (Frisch, 2010; Sambraus, 2011). Ursprünglich wurden „Auerochsen“ im Zoo gehalten (Sambraus, 2011). Während der letzten Jahre nimmt die extensive Haltung zur Fleischerzeugung und vor allem zur Landschaftspflege von z. B. Naturschutzgebieten zu. Wie in Kapitel 1 „Einleitung und Zielsetzung“ bereits angesprochen, soll in der vorliegenden Arbeit eine Empfehlung erarbeitet werden, aus der man erkennen kann, in welchem Habitat eine Ganzjahresbeweidung mit „Auerochsen“ am ehesten stattfinden kann. Um ernährungsphysiologische und thermoregulatorische Unterschiede zwischen einer domestizierten Rinderrasse und einem Wildrind darzustellen, wurde der Wisent zum Vergleich herangezogen.

Der Wisent (*Bison bonasus*) ist mit einem Körpergewicht von bis zu 900 kg (Krasińska und Krasiński, 2008) das größte noch lebende Landsäugetier Europas und wird oft als „König der Wälder“ bezeichnet. Frei lebende Populationen gibt es in verschiedenen osteuropäischen Ländern, z. B. Polen, Weißrussland und Ukraine. In Deutschland wird der Wisent hauptsächlich zur Erhaltungszucht in Gehegen gehalten. Inzwischen existieren aber auch in Deutschland Auswilderungsprojekte für den Wisent. So wurden z. B. am 11.04.2013 in der Wisentwildnis Wittgenstein im Rothaargebirge acht Tiere freigelassen. Auch in der Schweiz (Beobachter, 2013) sowie in Nordspanien und auf der dänischen Insel Bornholm (Frankfurter Rundschau, 2013) überlegt man, Tiere während der nächsten Jahre auszuwildern.

Wiederkäuer zeichnen sich aufgrund der hohen Fermentationskapazität im Vormagen durch eine hohe Verdauungskapazität für zellwandreiches Futter aus. Die Verdaulichkeit der organischen Substanz des Futters erlaubt eine annäherungsweise Aussage über die für das Tier verfügbare Energie, da durch Unterschiede in der Verdaulichkeit der größte Teil der Unterschiede im Gehalt an umsetzbarer Energie erklärt wird. Die Energieversorgung aus dem Futter nimmt ohne Zweifel wichtigen Einfluss auf den Erfolg einer Art in einem Gebiet. Neben der im Vordergrund

stehenden quantitativen Verfügbarkeit kann dabei auch die Verdaulichkeit des Futters eine Rolle spielen; dabei können auch kleinere Unterschiede von bedeutender Konsequenz sein (Holleman und White, 1989). Zwischen Wiederkäuerarten sind Unterschiede im Verdauungsvermögen denkbar, beispielsweise in Abhängigkeit des Anteils an Laub in der natürlichen Äsung, wobei davon ausgegangen werden kann, dass ein höherer Laubanteil mit einer kürzeren Retentionszeit im Verdauungstrakt für Partikel und damit einem niedrigeren Verdauungsvermögen einhergeht (Clauss und Lechner-Doll, 2001; Hummel et al., 2006).

Eine Bestimmung der Verdaulichkeit über direkte Quantifizierung von Futteraufnahme und Kotproduktion wird durch die sehr hohen Anforderungen an die quantitative Exaktheit erschwert bzw. oft unmöglich gemacht, obwohl eine Quantifizierung beispielsweise auf der Weide von großem Interesse wäre. Es hat deshalb stets Bemühungen gegeben, Verdaulichkeit auch indirekt abzuschätzen, beispielsweise über interne Marker oder die Kot-Stickstoff-Methode. Letztere geht darauf zurück, dass die Verdaulichkeit des Futters (im Vormagen) positiv mit der Energieversorgung der Mikroben korreliert ist, welche bedeutenden Einfluss auf die Bildung von Mikrobenmasse hat: Ist die Verdaulichkeit des Futters im Vormagen hoch, werden dort mehr Mikroben produziert. Diese enthalten zu bedeutenden Anteilen Rohprotein ($N \cdot 6,25$), das sich aus echtem Protein, zu größeren Anteilen aber auch aus Stickstoff gebunden an die bakterielle Zellwand zusammensetzt (Van Soest, 1994). Insgesamt ist das am Dünndarm des Wiederkäuers anflutende Rohprotein aus dem Pansen im Dünndarm zwar gut, aber doch nicht vollständig absorbierbar (Schätzung GfE (2001): 85%), sodass sich ein Teil davon im Kot wiederfindet (neben Anteilen von endogenem N wie Darmzellschilferungen, im Dünndarm sezernierte Enzyme oder im Dickdarm sezernierten Harnstoff) und somit einen gewissen Rückschluss auf die Mikrobenproduktion im Pansen und damit auf die Verdaulichkeit der organischen Substanz im Pansen erlaubt. Dieser Zusammenhang zwischen Kot-Stickstoffgehalt (g/kg OM) und Verdaulichkeit der organischen Substanz ist bereits lange beschrieben (Lancaster, 1949); in neueren Untersuchungen wurden beispielsweise Gleichungen zur Abschätzung der Verdaulichkeit bei Milchkühen (Lukas et al., 2005) oder Schafen (Wang et al., 2009) abgeleitet.

Teil 1: Vergleich des „Auerochsen“ mit dem Wisent

Ein entscheidender Faktor für die Verdauungseffizienz ist die Partikelgröße, weil sie einen maßgeblichen Einfluss auf die Verdaulichkeit von Fasermaterial hat. Dabei bedeuten kleinere Partikel ein größeres Oberflächen-Volumenverhältnis, folglich eine beschleunigte Mikrobebesiedlung und einen beschleunigten Abbau der Zellwandbestandteile und daraus resultierend eine effektivere Fermentation (Latham et al., 1978; Poppi et al., 1980, 1981; Pond et al., 1984; Fujikura et al., 1989; Bjørndal et al., 1990; Perez-Barberia und Gordon, 1998; Wilman et al., 1999; Fritz, 2007). In der Literatur wurde bei verschiedenen Wiederkäuern gezeigt, dass sich nach dem Pansen-Netzmagenkomplex an der Partikelgröße so gut wie nichts mehr verändert, d. h. die Partikelgröße des im Maul durch den Kauvorgang zerkleinerten Futters unterscheidet sich nicht wesentlich von der Kotpartikelgröße (Fujikura et al., 1989; Poppi et al., 1980; Fritz, 2007). Fritz (2007) folgerte daraus, dass die Kotpartikelgröße als Maß für die Zerkleinerung der Nahrung durch den Kauvorgang als zuverlässiger Parameter angewendet und genutzt werden kann.

Infrarot-Thermographie wird bei Zoo- und Wildtieren für medizinische Aspekte und für Untersuchungen zur Thermoregulation (Hilsberg, 2000; McCafferty, 2007) eingesetzt. Anhand dieser Infrarot-Thermographie ergibt sich eine Möglichkeit, die gefährlichen und/oder stressanfälligen Tiere nicht-invasiv aus der Distanz zu untersuchen.

Die Infrarot-Thermographie beruht auf der Beobachtung, dass Körper entsprechend ihrer Temperatur elektromagnetische Wellen abstrahlen (Speakman und Ward, 1998). Mittels spezieller Detektoren sind diese Wellen im Infrarot-Bereich messbar. Auf diese Weise kann die Oberflächentemperatur des strahlenden Körpers aus der Distanz bestimmt werden (Gaussorgues, 1994; Hilsberg, 2000; McCafferty, 2007).

Nach Bianca (1971) gibt es für jedes Lebewesen einen bestimmten Temperaturbereich („Zone des Überlebens“), in dem es leben kann. Fällt die Umgebungstemperatur in den Bereich der „unteren kritischen Temperatur“, so beginnt das Tier seine Wärmebildung zu erhöhen, um ein Abfallen der Körpertemperatur zu verhindern. Oberhalb der „kritischen Temperatur der Evaporation“ beginnt das Tier seine Wasserverdunstung durch Schwitzen oder Hecheln (Bianca, 1968) zu erhöhen, um einen Anstieg der Körpertemperatur zu verhindern. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass in der thermoneutralen Zone

Teil 1: Vergleich des „Auerochsen“ mit dem Wisent

(„Zone thermischer Indifferenz“) kein zusätzlicher Energieaufwand für Thermoregulation auftritt.

Bianca (1977) beschreibt die Temperaturregulation durch Verhaltensweisen bei Haustieren. Die Temperaturregulation umfasst diejenigen Veränderungen (funktioneller, struktureller oder verhaltensmäßiger Art) eines Tieres, die als Reaktion auf eine thermische Belastung auftreten, und die es dem Tier ermöglichen, in Kälte und Wärme (Bianca, 1977) seine arttypische Körpertemperatur aufrecht zu erhalten. In einer warmen Umgebung sind Schwitzen, Ausbildung eines wenig wärmedämmenden Haarkleides, Aufsuchen eines kühleren Mikroklimas und Herabsetzen der Futteraufnahme Beispiele für die oben genannten drei Arten der Temperaturregulation. Kälte kann durch Verringerung der Wärmeabgabe, d. h. durch eine verbesserte Wärmedämmung (Isolation), durch spezielle Verhaltensweisen wie z. B. Aufsuchen weniger kalter mikroklimatischer Nischen, Orientierung der Körperschmalseite nach dem Wind, Verkleinerung der wärmeabgebenden Körperoberfläche im Verhältnis zur wärmebildenden Körpermasse durch Aufrollen des Körpers oder durch Zusammenschluss mehrerer Einzeltiere zu einer eng gepackten Gruppe (Bianca, 1971, 1977) und durch Erhöhung der Wärmebildung bekämpft werden. Nach Bianca (1971) ist eine Erhöhung der Wärmebildung der energetisch gesehen kostspieligste Weg der Kälteanpassung, weil eine Zunahme der Wärmebildung eine Erhöhung der Futteraufnahme erfordert. Deshalb werden zuerst alle wärmeconservierenden Maßnahmen ausgeschöpft, bevor die Wärmebildung erhöht wird. Bianca (1977) beschreibt außerdem, dass der Erfahrung nach stark kältebelastete Tiere normalerweise „bockstill“ stehen, um den mit der Körperbewegung verbundenen Kalorienverlust zu vermeiden und um so bei gleichzeitigem Futtermangel länger durchhalten zu können. Nicht zuletzt ist „bockstill“ Stehen auch eine Strategie der Körperoberflächenverkleinerung.

Die drei Teilisolationen (Isolation der peripheren Gewebe, des Haarkleides und der Luftgrenzschicht), aus denen sich die Wärmeisolation des Körpers zusammensetzt, werden von Bianca (1971) beschrieben. Eine Erhöhung der Gewebeiisolation resultiert aus einer in der Kälte weniger durchbluteten Haut. Hierdurch erniedrigt sich die Hauttemperatur und somit auch das Temperaturgefälle von der Haut zur Umgebung, wodurch weniger Wärme von der Hautoberfläche an die kalte Umgebung abgegeben wird. Die Gewebeiisolation ist besonders an den Extremitäten (Beine, Schwanz, Ohren) ausgeprägt. Bianca (1971) gibt an, dass die Hauttemperatur in

Teil 1: Vergleich des „Auerochsen“ mit dem Wisent

diesen Bereichen bis gegen den Gefrierpunkt absinken kann. Die Isolation des Haarkleides beruht nach Bianca (1971) fast ausschließlich auf der wärmeisolierenden Wirkung der eingeschlossenen und deshalb weitgehend stagnierenden Luft. Je länger die Haare sind, desto dicker ist die eingeschlossene Luftschicht, und je größer die Anzahl der Einzelhaare, desto kleiner ist die Luftbewegung und damit die Wärmekonvektion innerhalb des Haarkleides. Wasser (besitzt viel größere Wärmeleitfähigkeit als Luft) und starker Wind können in das Haarkleid eindringen und die Isolationswirkung der Haare herabsetzen oder sogar aufheben. Folglich führen Wind und Regen und speziell deren Kombination bei tiefen Lufttemperaturen zu hohen Wärmeverlusten. Die Isolation der Luftgrenzschicht beschreibt Bianca (1977) wie folgt: „Diese repräsentiert den thermischen Widerstand, der dem Wärmestrom von der Oberfläche des Haarkleides (bei unbehaarten Tieren von der Oberfläche der Haut) zur frei zirkulierenden Luft entgegengesetzt wird. Die Luftgrenzschicht ist ein Film von Luft, der durch Adhäsionskräfte an der Körperoberfläche festgehalten wird. Die Wärmeisolation dieser Luftschicht ist bei den meisten Tierarten größer als die der Gewebe, aber bedeutend kleiner als die des Haarkleides. Das Tier kann diese Teilisolation nur dadurch beeinflussen, dass es durch geeignete Verhaltensweise seine Exponiertheit gegen Luftbewegung verkleinert; denn Wind vermindert die Dicke der Luftgrenzschicht.“

Nach Hilsberg (2000) sind bislang erst wenige Wildtierarten, wie z. B. Guanakos und Füchse, thermoregulatorisch gut untersucht. Für einige andere Tierarten (z. B. Stare (Ward et al., 1999), Schleiereulen, Seehunde, Kaninchen und Afrikanische Elefanten) sind Teilaspekte der Thermoregulation untersucht, oder es wurden Kurzstudien durchgeführt. Hilsberg (2000) führte Untersuchungen zur Thermoregulation bei Zoo- und Wildtieren durch und behandelte Möglichkeiten der Trächtigkeits- und Entzündungsdiagnostik. Es wurden diverse tierartspezifische Unterschiede in der Thermoregulation gezeigt, die für die Haltung von Zootieren wichtig sind. Außerdem wurde dargestellt, dass Trächtigkeiten und entzündliche Krankheitsprozesse frühzeitig und nicht-invasiv festgestellt und überwacht werden können.

In diesem Teil der Arbeit werden potentielle Unterschiede in der Nahrungszerkleinerung und der Verdaulichkeit zwischen Wisent und „Auerochse“ untersucht. Außerdem werden thermographische Aufnahmen herangezogen, um

mögliche Unterschiede in der Wärmeisolation zwischen den beiden Tierarten erkennen zu können. Ziel ist es, mit den erworbenen Erkenntnissen ernährungsphysiologische und thermoregulatorische Unterschiede zwischen einem Wildrind und einer domestizierten Rinderrasse darzustellen.

2.2 Fragestellung

Bei der Auswahl von Tierarten für Beweidungsprojekte stellt sich stets die Frage, wie gut die jeweilige Tierart mit der Umwelt zurecht kommt. Auerochsen werden häufig als große Herbivoren in Ganzjahresbeweidungsgebieten eingesetzt; in vielen Fällen müssen sie aber im Winter zugefüttert werden, um einen übermäßigen Konditionsverlust der Tiere zu verhindern. In diesem Teil der Arbeit soll für einige potentiell bedeutsame Punkte, die den Energiehaushalt der Tiere beeinflussen, untersucht werden, ob der „Auerochse“ einem Wildrind (Wisent) in diesen Belangen unterlegen ist. Im Einzelnen werden folgende Fragen behandelt:

- Verdauungskapazität: Gibt es einen Unterschied zwischen „Auerochse“ und Wisent in der von ihnen realisierten Verdaulichkeit, bzw. kann der Wisent die Nahrung besser verdauen? Als Maßstab für die Verdaulichkeit des Futters wird der Kot-Stickstoffgehalt (Lukas et al., 2005) herangezogen.
- Nahrungszerkleinerung: Über Größen wie Futteraufnahme und Verdaulichkeit nimmt die Nahrungszerkleinerung Einfluss auf das Energiebudget der Tiere. Als Maßstab für die Nahrungszerkleinerung beim Tier wird die Kotpartikelgröße herangezogen.
- Thermoregulation: Während der Wintermonate hat die Kältetoleranz der Tiere großen Einfluss auf das Energiebudget. Zur Untersuchung dieser Eigenschaft werden Infrarot-Bilder der Tiere herangezogen, die Rückschlüsse auf den thermoneutralen Bereich der Tiere erlauben.

2.3 Tiere, Habitat und Methoden

2.3.1 Tiere: Wisente und „Auerochsen“

2.3.1.1 Wisente im Neandertal

Im Wildgehege Neandertal lebten zur Zeit der Datenaufnahme vier Wisente: ein Bulle und drei Kühe (siehe Abb. 2-3a). Die folgende Tabelle 2-1 gibt einen Überblick über die Tiere. Das Körpergewicht wurde unter Zuhilfenahme von Literaturwerten (Krasińska und Krasiński, 2008) geschätzt. Eine Erhebung des Gewichtes der Tiere über eine Waage war nicht möglich.

Tab. 2-1: Wisente im Neandertal

Name, Zuchtbuchnr.	Geburtsjahr	Geschlecht	Geburtsort	Anmerkung	Reproduktionsstatus & geschätztes Körpergewicht
Kroko, 7372	1991	männlich	Nindorf, Lüneburger Heide	lebt seit 1996 im Neandertal; Kastrat seit 1998	nur Erhaltung, ca. 750 kg
Nuba, 7031	1990	weiblich	Neandertal		nur Erhaltung, ca. 460 kg
Nutella, 8702	1997	weiblich	Neandertal		nur Erhaltung, ca. 460 kg
Nugana, 9032	1998	weiblich	Neandertal		nur Erhaltung, ca. 460 kg

Seit etwa 1948 (Jutta Scheuß, Untere Landschaftsbehörde Kreis Mettmann, mündlich) leben Wisente im Neandertal. Weil es früher häufig zu unerklärten Todesfällen bei den Kälbern kam, wurde der Bulle kastriert.

Teil 1: Vergleich des „Auerochsen“ mit dem Wisent



Abb. 2-3 a: Die vier im Neandertal lebenden Wisente.
Kroko ist das zweite Tier von rechts (eigene Aufnahme).



Abb. 2-3 b: Wisentkuh
(eigene Aufnahme)

3.3.1.2 „Auerochsen“ im Neandertal

Bereits in den 1930er Jahren hielten die ersten „Auerochsen“ Einzug in das Wildgehege Neandertal. Somit ist dies eine der ältesten Herden Deutschlands (Naturschutzverein Neandertal, 2011). Heute leben ca. zehn ausgewachsene Kühe zusammen mit dem Bullen und den Jungtieren im Gehege. Um die Weideflächen zu entlasten und ein zu frühes Decken der Jungrinder zu verhindern, werden diese im Alter von ca. 12 Monaten auf die Wiesen des Naturschutzgebietes Bruchhausen verbracht. Hier können die Tiere heranwachsen, bis sie im Alter von ca. 24 - 28 Monaten zurück zur Herde im Wildgehege Neandertal gebracht werden.



Abb. 2-4 a: „Auerochsen“ in Bruchhausen
(eigene Aufnahme)



Abb. 2-4 b: „Auerochsen“ in Bruchhausen
(eigene Aufnahme)

Teil 1: Vergleich des „Auerochsen“ mit dem Wisent

Während der ersten Datenaufnahme im Februar 2009 lebten sechs Tiere (ein kastrierter Bulle, eine alte Kuh und vier Jungrinder) auf den Bruchhauser Naturschutzflächen. Zur Zeit der zweiten Datenaufnahme im März 2009 befand sich ein weiteres Jungrind bei der Herde in Bruchhausen. Tabelle 2-2 gibt einen Überblick über die Tiere. Der Geburtsort der Tiere ist das Wildgehege Neandertal. Das Körpergewicht konnte lediglich geschätzt werden. Hierfür wurden Erfahrungswerte von Gabriele Meiser (Wildgehegebetreuerin) und Alfred Schulte-Stade (Besitzer der Hattinger „Auerochsen“-Herde) herangezogen.

Tab. 2-2: „Auerochsen“ im Neandertal

Name	Ohrmarkennr.	Geburts- datum	Geschlecht	Anmerkung	Reproduktionsstatus & geschätztes Körpergewicht
Nils	0533622924	30.03.2003	männlich	Kastrat	nur Erhaltung, ca. 850 kg
Neila	%	22.08.1984	weiblich		nur Erhaltung, ca. 450 kg
264	0534615264	09.11.2007	weiblich		wachsend, ca. 350 kg
265	0534615265	16.11.2007	weiblich		wachsend, ca. 350 kg
266	0534615266	08.12.2007	weiblich		wachsend, ca. 350 kg
268	0534615268	17.12.2007	weiblich		wachsend, ca. 350 kg
272	0534615272	17.02.2008	weiblich	nur 2. Phase	wachsend, ca. 300 kg

2.3.2 Habitat: Das Neandertal

2.3.2.1 Allgemeines

Das Neandertal ist ein weitgehend unbebauter Talabschnitt der Düssel im niederbergischen Land auf dem Gebiet der Städte Erkrath und Mettmann (ca. 150 m NN (Woike und Woike, 1988)), ca. 10 km östlich von Düsseldorf gelegen. Weltweite Berühmtheit erlangte das Neandertal durch den Fund fossiler Überreste eines Urzeitmenschen aus dem Pleistozän, der als Neandertaler Namensgeber dieser Spezies wurde.

Das Wisentgehege (2,2 ha (Jutta Scheuß, Untere Landschaftsbehörde Kreis Mettmann, mündlich)) befindet sich im Südosten des Neandertals (siehe Karte 2-1). Auf der übersichtlichen Weide mit wenigen Solitärbäumen und einer kleinen Quelle, die den Wisenten frisches Wasser liefert, waren die Tiere meist gut zu beobachten (siehe Abb. 2-5). Vor dem Stall, in dem die Tiere zugefüttert werden und Schutz finden können, wurde ein Sandhaufen aufgeschüttet. Hier liegen die Wisente gerne in der Sonne oder betreiben Fellpflege.

Auf den Flächen des Naturschutzzentrums Bruchhausen (17,5 ha) findet man nur extensives Grünland. Einige Kopfweiden und Büsche (ortstypische Weiden, Brombeere) wachsen an und hinter der Umzäunung. Die auf der Grünlandfläche gepflanzten jungen Solitärbäume (Obstbäume) wurden umzäunt, sodass die „Auerochsen“ weder an ihnen fressen, noch sie schälen können (siehe Abb. 2-4a, Abb. 2-4b und Abb. 2-6). Eine ausführlichere Beschreibung der Geschichte und Charakterisierung der Habitate wie Bodenformation und Vegetation findet man im Anhang (Kapitel 9.2).



Abb. 2-5: Ausschnitt aus dem Wisentgehege (links angrenzend: der Sandhaufen; eigene Aufnahme)



Abb. 2-6: Ausschnitt aus der Bruchhauser Naturschutzfläche (eigene Aufnahme)

2.3.2.2 Klima

Das Niederbergische Hügelland liegt am Westabhang des Bergischen Landes mit von Westen nach Osten zunehmender Höhe. Durch diese Lage wird die Witterung von den zahllosen von Westen kommenden Tiefdruckgebieten bestimmt. Im Sommer bringen sie Wolken und Niederschläge und einen damit verbundenen Temperaturrückgang, im Winter dagegen schwächen diese maritimen Luftmassen den Frost ab. Länger anhaltende Kaltlufteinbrüche dringen nur selten ein. Nach Woike und Woike (1988) ist Juli mit einer Durchschnittstemperatur von 16,7°C der wärmste Monat Mettmanns (ca. 159 m NN), und Januar ist der kälteste Monat (Durchschnittstemperatur: +1,9°C). Die mittlere Jahresamplitude beträgt 14,8°C.

An der Luvseite des Berglandes werden die überwiegend von Westen kommenden Winde zum Aufsteigen gezwungen. Daraus resultieren Steigungsniederschläge. Für den Bereich um Mettmann beträgt der durchschnittliche Jahresniederschlag weit über 900 mm (Woike und Woike, 1988). Zieht man den langfristigen Mittelwert von Düsseldorf (751 mm (Woike und Woike, 1988)) heran, so wird deutlich, dass um Mettmann herum ca. 200 mm Niederschlag mehr fällt als in Düsseldorf. Diese beachtliche Niederschlagsmenge verteilt sich auf 150 Regentage.

Für das Neandertal sind gedämpfte Temperaturamplituden bei einer insgesamt ziemlich gleichmäßigen Niederschlagsverteilung über das ganze Jahr charakteristisch (subatlantischer Klimabereich). Klimazeiger ist die hier verbreitete Stechpalme.

2.3.2.3 Karten der Untersuchungsgebiete

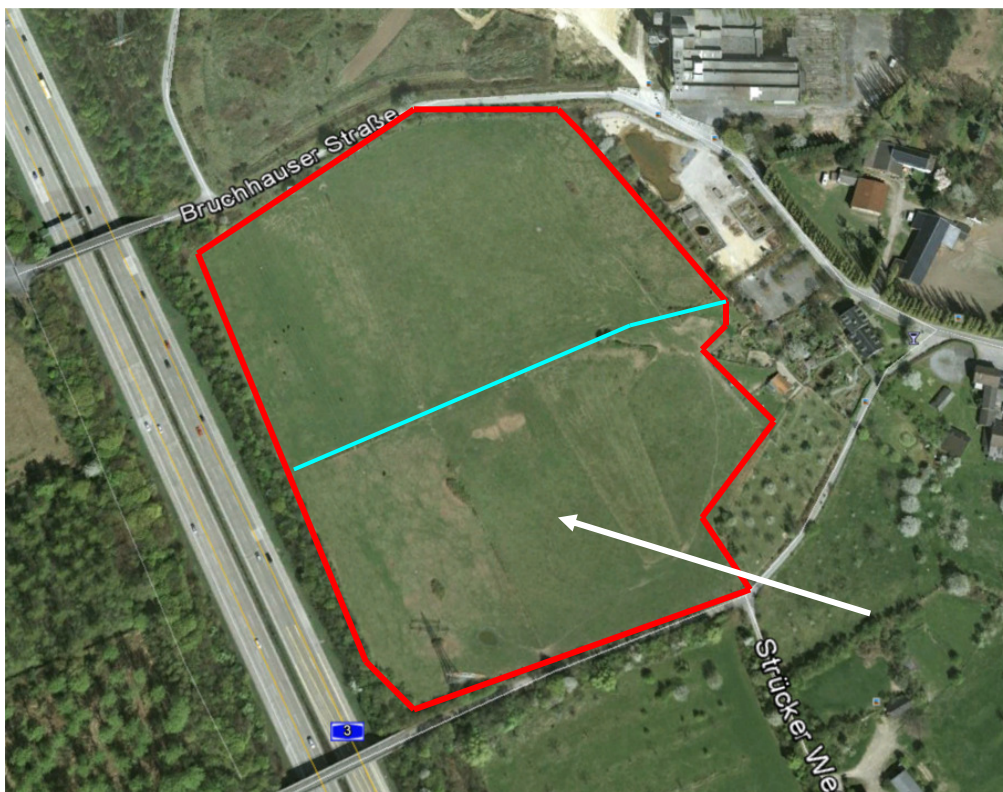
Karte 2-1 zeigt das Neandertal. Im Südosten befindet sich das Wisentgehege (2,2 ha) mit dem dazugehörigen Stall. In diesem können die Tiere zugefüttert werden oder Schutz vor Witterungseinflüssen finden.

Karte 2-2 zeigt das Naturschutzgebiet Bruchhausen (17,5 ha). Zum Zeitpunkt der Untersuchungsphasen war die Fläche durch einen Zaun in zwei Bereiche unterteilt.

Teil 1: Vergleich des „Auerochsen“ mit dem Wisent



Karte 2-1: Das Neandertal (aus: Naturschutzverein Neandertal, 2011). Die gestrichelte, schwarze Linie oberhalb des Stalles kennzeichnet den Zaun, der das Wisentgehege vom Auerochsengehege trennt (siehe weißer Pfeil).



Karte 2-2: Naturschutzgebiet Bruchhausen (aus: Google Earth, letzter Zugriff: 29.04.2013). Der weiße Pfeil markiert die zum Zeitpunkt der Beobachtung für die „Auerochsen“ frei zugängliche Fläche. Die türkise Linie kennzeichnet einen Zaun.

2.3.3 Material und Methoden

2.3.3.1 Zeitplan der Freilanduntersuchungen

Im Neandertal gab es zwei Untersuchungsphasen im späten Winter, während der Kot- und Futterproben gesammelt wurden. Zu dieser Zeit wurden die „Auerochsen“ und Wisente mit überständigem Heu (aus biologischem Anbau) aus der gleichen Charge gefüttert. Bereits in einer zweiwöchigen Anfütterungsphase vor dem eigentlichen Versuchsbeginn hatten die Tiere ad libitum Zugang zu ausschließlich diesem Heu. Die erste Phase fand vom 26.01. - 05.02.2009 und die zweite Phase vom 02.03. - 12.03.2009 statt. Aufgrund der Jahreszeit und der damit kaum vorhandenen Bodenvegetation konnte eine unerwünschte Aufnahme von Gräsern und Kräutern durch die Tiere weitgehend ausgeschlossen werden. Somit war eine vergleichsweise identische Fütterung beider Tierarten sichergestellt.

Thermographiebilder wurden am 21.12.2009 und am 09.02.2010 von den Wisenten und „Auerochsen“ durch die Firma Fischer Thermotec OHG (Heimbach) mit einer Infrarotkamera aufgenommen.

2.3.3.2 Futteraufnahme

Täglich wurden die zur Fütterung vorgesehenen Heu-Hochdruckballen gewogen (Waage: Kern CH50K50, 50 g/50 kg, Kern & Sohn GmbH, Deutschland), um später die durchschnittliche Futteraufnahme (Trockenmasse (TM) [kg] pro Tier und Tag) berechnen zu können. Die nicht gefressene Heumenge wurde quantifiziert und vom Angebot abgezogen. Der Verbrauch an Rundballenheu, das den Tieren nur während der ersten Untersuchungsphase zusätzlich zur Verfügung stand, wurde geschätzt (mit Unterstützung der Wildgehegebetreuer), indem vom Gesamtgewicht des Rundballens die quantifizierte nicht gefressene Heumenge abgezogen wurde. Die Wildgehegebetreuer hatten aus früheren Zeiten Erfahrungswerte für das Gewicht eines Rundballens. Beim Heuzukauf werden sporadisch Ballen gewogen. Aus technischen Gründen konnten die Rundballen zum jetzigen Zeitpunkt nicht gewogen werden.

2.3.3.3 Futterproben

Während beider Phasen wurden täglich Futterproben (überständiges Heu aus biologischem Anbau) genommen. Diese wurden in Gefrierbeuteln luftdicht verpackt

Teil 1: Vergleich des „Auerochsen“ mit dem Wisent

und trocken gelagert. Für jede Phase, Tierart und Heucharge wurden die Einzelproben an einem späteren Zeitpunkt gemahlen (Siebgröße 1 mm), gemischt und zu einer Probe vereinigt. Hiervon wurden zwei Unterproben genommen, welche im Labor der Raiffeisen Rhein-Ahr-Eifel Handelsgesellschaft mbH in Ormont auf deren chemische Zusammensetzung analysiert wurden. Alle Analysenmethoden erfolgten nach VDLUFA (2007). Die Trockenmasse (TM) wurde nach Methode 3.1, die Rohasche (XA) nach Methode 8.1 und das Rohfett (XL) nach Methode 5.1.1 bestimmt. Der Stickstoff- bzw. Rohproteingehalt der Heuproben wurde nach der Dumas-Verbrennungsmethode (Methode 4.1.2; Analysengerät: elementar vario Macro, Elementar Analysensysteme GmbH, Hanau) und mittels Kjeldahl-Aufschluss (Methode 4.1.1; Destillation und Titration der Proben mit einem Vapodest 50s der Firma C. Gerhardt GmbH & Co. KG, Königswinter) bestimmt. Der Kjeldahl-Aufschluss wurde im Institut für Tierwissenschaften der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn durchgeführt. Sowohl bei der Dumas-Verbrennungsmethode als auch bei dem Kjeldahl-Aufschluss wurde der Faktor nach Mulder von 6,25 benutzt, um aus den Stickstoff-Konzentrationen die Rohprotein-Konzentration (XP) zu errechnen (Laser, 2005). Es gilt:

$$XP = N * 6,25$$

wobei: XP = Rohprotein [g/kg TM bzw. %]
 N = Stickstoff [g/kg TM bzw. %]
 6,25 = Proteinumrechnungsfaktor

NDFom (neutral detergent fibre bzw. Neutral-Detergenzien-Faser) und ADFom (acid detergent fibre bzw. Säure-Detergenzien-Faser) wurden nach Methode 6.5.1 bzw. 6.5.2, mit einem Gerhardt fibre bag System (C. Gerhardt GmbH & Co. KG, Königswinter) bestimmt. Die Werte wurden um die Restasche korrigiert.

Die verdauliche organische Substanz (DOM, digestible organic matter) des Heus wurde über den ELOS-Test (Methode 6.6.1) gemessen und geschätzt.

Verdauliche organische Substanz (nach Weissbach et al., 1999):

$$DOM = 100 - ((940 - XA - 0,62 * EULOS - 0,000221 * EULOS^2)/(1000 - XA))$$

Teil 1: Vergleich des „Auerochsen“ mit dem Wisent

wobei: DOM = verdauliche organische Substanz [%]
XA = Rohasche [g/kg TM]
EULOS = enzymunlösliche organ. Substanz [g/kg TM]

Die umsetzbare Energie (ME) wurde mit einer Schätzgleichung auf Basis ELOS (GfE, 2008) berechnet:

$$ME = 5,51 + 0,00828 * ELOS - 0,00511 * XA + 0,02510 * XL - 0,00392 * ADFom$$

wobei : ME = umsetzbare Energie [MJ/kg TM]
ELOS = enzymlösliche organische Substanz [g/kg TM]
XA = Rohasche [g/kg TM]
XL = Rohfett [g/kg TM]
ADFom = Säure-Detergenzien-Faser [g/kg TM]

Eine Übersicht aller Einzelanalysenergebnisse (Trockenmasse, Rohnährstoff- und Mineralstoffgehalte) und derer Methoden findet man im Anhang (Tab. A 9; Tab. A 18 und Tab. A 19).

2.3.3.4 Kotproben

Während der Untersuchungszeiträume wurden täglich sechs (1. Phase) bzw. sieben (2. Phase) Kotproben bei den „Auerochsen“ und vier Kotproben bei den Wisenten gesammelt. Nach der Probennahme wurden diese sofort gekühlt und anschließend eingefroren. Bei den „Auerochsen“ konnten die Kotproben Individuen zugeordnet werden. Bei den Wisenten war eine individuelle Zuordnung nicht möglich, weil das Gehege erst betreten werden konnte, nachdem sich die Tiere in einem anderen Bereich aufhielten. Um möglichst nicht zwei Proben von einem Tier zu sammeln, wurden die Wisente bereits am frühen Morgen beobachtet. Nachdem sie aufstanden, koteten sie ab. Diese vier warmen Kothaufen wurden schnellstmöglich eingesammelt.

Im Labor des Instituts für Tierwissenschaften der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn wurden die Kotproben analysiert. Je Phase wurden drei Tage ausgewählt, von denen die Partikelgröße und der Stickstoffgehalt der Kotproben bestimmt wurden. Die Bestimmung der Kotpartikelgröße erfolgte mit Nasssiebung

Teil 1: Vergleich des „Auerochsen“ mit dem Wisent

(Analysesiebmaschine Vibrotronic Typ VE 1; Retsch GmbH, Haan). Hierzu wurden ca. 10 g Frischkot auf das oberste Analysensieb der Siebmaschine gegeben. Unter Wasserzufluss (2 l/min) wurde mit den Sieben der Maschenweite 16 / 8 / 4 / 2 / 1 / 0,5 / 0,250 / 0,125 und 0,063 mm zehn Minuten lang mit einer Schwingungshöhe von 2 mm gesiebt. Die auf den verschiedenen Sieben zurückgehaltenen Kotpartikel wurden mithilfe einer Wasserspritzflasche auf nummerierte und nach einer Stunde im 100 °C Trockenschrank vorgewogene Filter überführt und dann über Nacht bei 60 °C getrocknet. Nach wiederum einer Stunde bei 100 °C wurden sie zurückgewogen. Ausgedrückt wurde die durchschnittliche Kotpartikelgröße als gewichteter Mittelwert (nach Fritz et al., 2012). Dazu wurde der Anteil der auf einem Sieb x zurückgehaltenen Fraktion [%] mit dem Mittelwert der Siebporengröße des Siebes x und des nächstgrößeren Siebes multipliziert.

Die Analysenmethoden erfolgten nach VDLUFA (2007). Die Trockenmasse (TM) wurde nach Methode 3.1 und die Rohasche (XA) nach Methode 8.1 bestimmt. Die Stickstoffbestimmung erfolgte aus Frischkot nach Kjeldahl (Methode 4.1.1; Destillation und Titration der Proben mit einem Vapodest 50s der Firma C. Gerhardt GmbH & Co. KG, Königswinter).

Für die Berechnung der Verdaulichkeit der organischen Substanz aus dem Kot-Stickstoff wurden die nachfolgenden drei Gleichungen herangezogen:

Gleichung 1 (aus Lukas et al. (2005), Daten von Braunschweig und Hohenheim):

$$\text{Verdaulichkeit } y = 79,76 - 107,7 * e^{(-0,01515 * XP \text{ Kot})}$$

Gleichung 2 (aus Lukas et al. (2005), Daten von Gumpenstein):

$$\text{Verdaulichkeit } y = 72,86 - 107,7 * e^{(-0,01515 * XP \text{ Kot})}$$

Gleichung 3 (aus Wang et al. (2009):

$$\text{Verdaulichkeit } y = (0,899 - 0,644 * e^{(-0,5774 * XP \text{ Kot} / 100)}) * 100$$

Gleichungen 1 und 2 wurden an Milchkühen und ausgewachsenen Mastbullen durchgeführt. Effekte der Versuchsdurchführungsorte (Braunschweig und Hohenheim (Deutschland) bzw. Gumpenstein (Österreich)) wurden unter Zuhilfenahme einer

Konstante (79,76 für Braunschweig und Hohenheim; 72,86 für Gumpenstein) berücksichtigt.

Gleichung 3 wurde anhand von Untersuchungen an Schafen in Braunschweig (Deutschland) und in der inneren Mongolei (China) durchgeführt.

2.3.3.5 Thermographische Aufnahmen

An zwei möglichst kalten Tagen (vorzugsweise Dauerfrost) wurden nach Sonnenaufgang Thermographiebilder von den Wisenten und „Auerochsen“ durch die Firma Fischer Thermotec OHG (Heimbach) mit einer Infrarotkamera (Model ThermoCAMTM S65 HS) aufgenommen. Die Genauigkeit der Kamera liegt bei 0,05 °C. Die Infrarotmessungen wurden von einem qualifizierten Thermographietechniker durchgeführt. So konnten simultan Verhaltensbeobachtungen durchgeführt werden, um die Thermographiebilder im zeitlichen Kontext zur Aktivität der Tiere beurteilen zu können. Die Tiere sollten für diese Aufnahmen nach Möglichkeit ruhig stehen und vorher auch nicht aktiv gewesen sein.

Vor der Messung wurden die für eine quantitative Infrarotthermographie notwendigen Objektparameter (Temperatur, Luftfeuchte, Entfernung zum Messobjekt, Emissionsgrad des Fells) eingegeben (Speakman and Ward, 1998). Der Emissionskoeffizient ist materialabhängig (Hartfiel et al., 1985) und variiert zwischen 0,95 und 0,98 (Speakman and Ward, 1998). Für Fell wird üblicherweise ein Emissionskoeffizient von 0,98 verwendet (McCafferty, 2007).

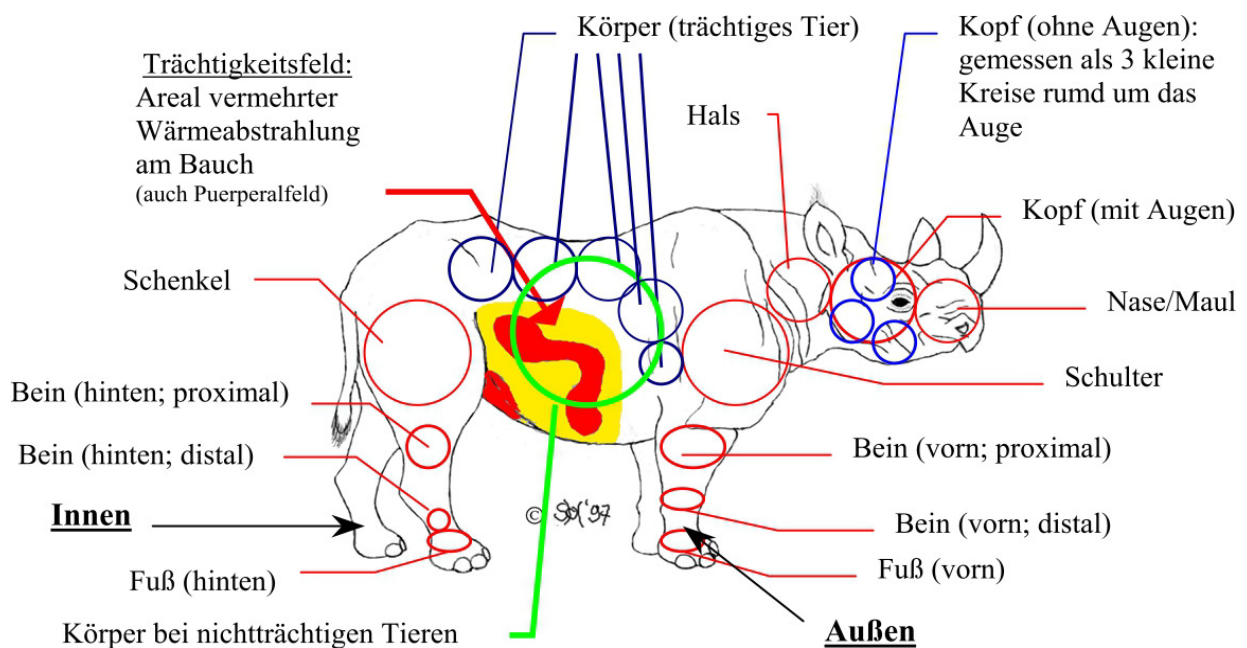
Starke Sonneneinstrahlung kann die Körperoberfläche signifikant erwärmen (Wooden and Walsberg, 2000). Um Interferenzen durch die Sonnenradiation zu minimieren, wurden die Messungen vor Sonnenaufgang und in mindestens zwei Meter Entfernung von Wärme abstrahlenden Gegenständen durchgeführt. Es ist darauf zu achten, dass nicht durch Glas oder Wärme abstrahlende Gitter thermographiert wurde (Hilsberg, 2000; McCafferty, 2007). Um die Streuung der Infrarotstrahlen möglichst gering zu halten, wurde das zu untersuchende Tier vertikal zur Kamera erfasst (Speakman and Ward, 1998; Ward et al., 1999). Die Distanz zum Tier wurde so gewählt, dass sie möglichst gering war, um Details zu erkennen, aber trotzdem auch groß genug, um Übersichtsaufnahmen zu erhalten.

Damit Fehldeutungen der Infrarotaufnahmen vermieden werden, wurde der Fellzustand der Tiere protokolliert. Nässe, Verschmutzung, Verletzspuren, Narben,

Teil 1: Vergleich des „Auerochsen“ mit dem Wisent

kahle Stellen oder oberflächliche Entzündungen können die Oberflächentemperatur verändern.

Mit dem Computerprogramm ThermoCAM Researcher™ konnte das Farbspektrum der Infrarotbilder in Temperaturen übersetzt werden und die Oberflächentemperaturen angezeigt werden. Abb. 2-7 zeigt die Lage der gemessenen Areale und die zugehörige namentliche Beschreibung des Areals. Wurden für den Ergebnisteil noch andere Regionen vermessen, so sind diese in den Ergebnissen selbsterklärend benannt oder auch durch einen Pfeil markiert.



Vorderkörper: Schulter + vordere Körperhälfte (nichtträchtiges Tier)

Hinterkörper: Schenkel + hintere Körperhälfte (nichtträchtiges Tier)

Abb. 2-7: Schema der Übersichtsmesspunkte für die Infrarot-Thermographie (aus: Hilsberg, 2000)

2.3.3.6 Statistische Analysen

Als Methode der deskriptiven Statistik wurde der Mittelwert zur Zusammenfassung mehrerer Einzelwerte ermittelt. Die Standardabweichung diente als Streuungsmaß. Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mithilfe des Statistikprogramms GraphPad Prism version 5.00 for Windows (GraphPad Software, San Diego California USA, www.graphpad.com). Unterschiede des Kot-Stickstoffgehaltes und des gewichteten Mittelwertes der Kotpartikelgröße zwischen „Auerochse“ und Wisent wurden mithilfe des Mann-Whitney-U-Testes geprüft. Dazu wurden alle Einzelwerte der Wisente gegen die der „Auerochsen“ gestellt. Eine individuelle Zuordnung der Einzelwerte fand nicht statt, weil die Kotproben lediglich den entsprechenden „Auerochsen“ und nicht den Wisenten zugeordnet werden konnten. Die Unterschiede zwischen „Auerochsen“ und Wisente wurden als signifikant betrachtet, wenn $p < 0,05$ und als hochsignifikant, wenn $p < 0,001$.

2.4 Ergebnisse

2.4.1 Futteraufnahme

Die mittlere, tägliche Trockenmasseaufnahme (MW TM [kg]) pro Tier wird in Tab. 2-3 dargestellt. Während der ersten Phase war die Trockenmasseaufnahme bei beiden Tierarten deutlich höher als während der zweiten Phase. Dieser Unterschied ist bei den Wisenten viel größer als bei den „Auerochsen“.

Während der ersten Phase bekamen die Tiere neben Heu aus Hochdruckballen zusätzlich Rundballenheu zum Fressen zur Verfügung gestellt. Bei den „Auerochsen“ betrug der Anteil des Rundballenheus am MW TM [kg] pro Tier und Tag ca. 60 %. Dieser Anteil betrug bei den Wisenten ca. 50 % (Tab. 2-3).

Tab. 2-3: Mittelwerte (MW) der gefressenen Trockenmassen (TM) [kg] pro Tier und Tag für beide Tierarten und Untersuchungsphasen. Zusätzlich für die 1. Untersuchungsphase: prozentualer Anteil des gefressenen Rundballenheus.

Tierart	1. Phase	1. Phase	2. Phase
	MW TM [kg] pro Tier und Tag	Anteil Rundballenheu [%]	MW TM [kg] pro Tier und Tag
„Auerochse“	5,3	62	3,1
Wisent	8,6	52	5,2

2.4.2 Futteranalysen

Während der ersten Phase ist der Rohproteingehalt (XP) des Rundballenheus der „Auerochsen“ fast doppelt so hoch wie XP des Rundballenheus der Wisente (Tab. 2-4). Beim Hochdruckballenheu wurde sowohl bei den Wisenten als auch bei den „Auerochsen“ ein extrem niedriger Rohproteinwert analysiert. Dieser ist bei den Wisenten um ca. 10 g/kg TM höher als bei den „Auerochsen“ (Tab. 2-4).

Vergleicht man den Faser- und Aschegehalt der Futterproben, so erkennt man während der ersten Phase größere Unterschiede zwischen den einzelnen Heusorten – insbesondere beim Rundballenheu (Tab. 2-4). So ist der Asche- und Fasergehalt des Rundballenheus, das die Wisente zu fressen bekamen, deutlich höher als das, welches den „Auerochsen“ zur Verfügung stand.

Die über die Schätzgleichung nach Weissbach et al. (1999) bestimmte verdauliche organische Substanz (DOM) liegt während der ersten Untersuchungsphase bei drei

Teil 1: Vergleich des „Auerochsen“ mit dem Wisent

Heusorten nahe beieinander (Tab. 2-4). Lediglich das Rundballenheu der Wisente hat im Vergleich zu den anderen Heusorten eine um ca. 12 % niedrigere DOM. Der Rohfettgehalt (XL) ist genau wie XP bei allen Heusorten extrem niedrig. Die umsetzbare Energie (ME) liegt während dieser ersten Phase zwischen 6,0 und 7,6 MJ/kg TM (Tab. 2-4).

Während der zweiten Phase lässt sich das Futter sehr gut miteinander vergleichen (Tab. 2-4). Sowohl das Heu der „Auerochsen“ als auch das der Wisente hat einen extrem niedrigen Rohfett- und Rohproteingehalt (Tab. 2-4). Es gibt kaum Unterschiede in der verdaulichen organischen Substanz und im Faser- und Aschegehalt. Die organische Substanz des Heus ist zu ca. 60 % verdaulich (Tab. 2-4). Die umsetzbare Energie liegt während dieser zweiten Phase zwischen 7,8 und 8,1 MJ/kg TM (Tab. 2-4).

Tab. 2-4: Fasergehalt (NDFom, ADFom) [g/kg TM], Aschegehalt (XA) [g/kg TM], Rohproteingehalt (XP) [g/kg TM] (nach Kjeldahl), Rohfettgehalt (XL) [g/kg TM], verdauliche organische Substanz (DOM) [g/kg TM] und umsetzbare Energie (ME) [MJ/kg TM] der Futterproben

Futterart	[g/kg TM]						ME [MJ/kg TM]
	NDFom	ADFom	XA	XP	XL	DOM	
1. Phase¹							
„Auer.“ R.b.	553	410	85,6	115	12,5	534	7,2
Wisent R.b.	761	494	75,9	64,1	12,7	420	6,0
„Auer.“ H	669	404	39,4	49,9	11,0	543	7,6
Wisent H	636	394	52,8	59,6	12,3	550	7,6
2. Phase							
„Auer.“ H 1	600	371	78,1	57,7	13,7	588	8,0
Wisent H 1	610	375	76,2	60,4	14,0	594	8,1
„Auer.“ H 2	623	383	74,3	60,0	12,4	594	8,0
Wisent H 2	644	396	78,4	63,1	12,9	580	7,8

(NDFom = Neutral-Detergenzien-Faser, ADFom = Säure-Detergenzien-Faser, MJ = Mega Joule, „Auer.“ = „Auerochsen“, R.b. = Rundballenheu, H = Heu (Hochdruckballen))

¹ Es muss beachtet werden, dass die Ergebnisse der Futterproben der 2. Phase eine bessere Qualität aufweisen als die der 1. Phase, weil die Werte während der zweiten Phase deutlich besser zusammenliegen.

2.4.3 Kot-Stickstoff

Für die Bestimmung des Rohproteingehaltes im Kot wurde der Mittelwert aus zwei Kot-Stickstoffanalysen je Probennahmetag eines jeden Tieres gebildet und dann aus diesen Ergebnissen der Mittelwert von allen Tieren einer Art und Phase berechnet. In der ersten Untersuchungsphase beträgt der Mittelwert des Rohproteingehaltes im Kot für die „Auerochsen“ 14,0 % OM ($\pm 1,82$) und für die Wisente 12,1 % OM ($\pm 2,77$) (Abb. 2-8). Der Rohproteingehalt wurde auf die organische Substanz bezogen. Während dieser ersten Phase sind die Werte nicht signifikant ($p = 0,0596$) verschieden.

In der zweiten Untersuchungsphase beträgt der Mittelwert des Rohproteingehaltes im Kot (bezogen auf die organische Substanz) für die „Auerochsen“ 13,9 % OM ($\pm 1,03$) und für die Wisente 10,9 % OM ($\pm 0,93$) (Abb. 2-8). Die Werte sind hochsignifikant ($p < 0,0001$) verschieden.

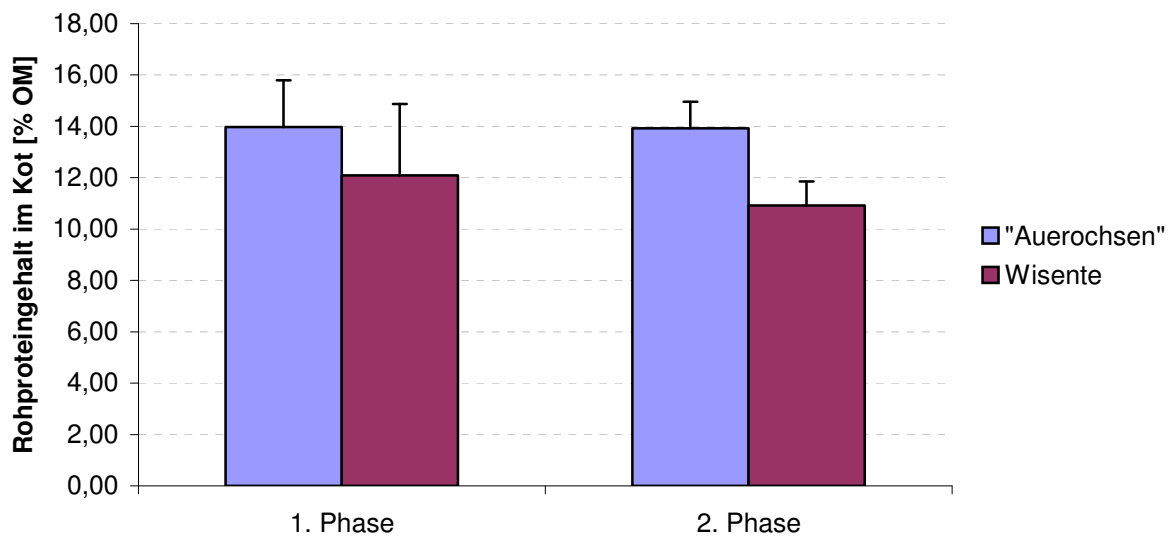


Abb. 2-8: Vergleich der Rohproteingehalte im Kot [% OM], bezogen auf die organische Substanz, zwischen Wisent und „Auerochse“ (\pm SD (Standard Deviation)).

Vergleicht man die Ergebnisse der nasschemisch analysierten DOM mit den Ergebnissen der mittels der Gleichungen aus Lukas et al. (2005) (Gleichungen 1 und 2) und Wang et al. (2008) (Gleichung 3) berechneten Verdaulichkeiten (Tab. 2-5), so fällt auf, dass während der zweiten Phase die im Heu ermittelte DOM mit der aus dem Kot-Stickstoff berechneten Verdaulichkeit gut übereinstimmt. Während der ersten Phase sind die Werte von DOM und berechneter Verdaulichkeit nicht so gut

Teil 1: Vergleich des „Auerochsen“ mit dem Wisent

miteinander vergleichbar. Hier liegen die DOM-Werte ca. 6 - 14 % unter den aus dem Kot-Stickstoff berechneten Verdaulichkeitswerten. Die drei Gleichungen zur Berechnung der OM-Verdaulichkeit aus dem Kot-Stickstoff wurden in Kapitel 2.3.3.4 angegeben und erläutert.

Tab. 2-5: Vergleich der über den Kot-N berechneten und über die ELOS und den XA-Gehalt nasschemisch analysierten Verdaulichkeitswerte [%] der organischen Substanz

Rohproteingehalt (XP) im Kot			OM-Verdaulichkeit [%]			
[g/kg OM]			aus Kot-Stickstoff berechnet (Lukas et al., 2005)			aus Futteranalyse (Weissbach et al., 1999)
			nach Gleichung 1	nach Gleichung 2	nach Gleichung 3	
140	1. Phase	"Auerochsen"	66,8	59,9	61,2	53,7
121		Wisente	62,5	55,6	57,9	48,3
139	2. Phase	"Auerochsen"	66,7	59,8	61,1	59,1
109		Wisente	59,2	52,3	55,6	58,7

OM = organische Substanz

2.4.4 Kotpartikelgröße

Die Verteilung der Kotpartikel auf den verschiedenen Sieben ist in Abb. 2-9 dargestellt. Hierfür wurde der Mittelwert aus zwei Nasssiebungen eines jeden Tieres pro Probennahmetag bestimmt und anschließend aus diesen Ergebnissen der Mittelwert von allen Tieren einer Art gebildet.

Vergleicht man die Kotpartikelverteilung auf den einzelnen Sieben (Abb. 2-9), so fallen keine nennenswerten Unterschiede zwischen Wisent und „Auerochse“ auf. Bei beiden Tierarten blieben auf den größten Sieben (Porenweite 16 mm und 8 mm) keine Partikel liegen. Im weiteren Verlauf nimmt der prozentuale Anteil der auf den Sieben lieengebliebenen Kotpartikel bis zum achten Sieb (0,125 mm) langsam zu und beim letzten Sieb (0,063 mm) wieder leicht ab. Bei den „Auerochsen“ bleiben 19,3 % ($\pm 0,79$ %) der Kotpartikel auf dem achten Sieb liegen. 40,3 % ($\pm 3,75$ %) der Partikel passieren das kleinste Sieb. Bei den Wisenten bleiben 17,2 % ($\pm 2,07$ %) der Partikel auf dem Sieb mit der Maschenweite von 0,125 mm liegen. Hier passieren 43,5 % ($\pm 4,46$ %) der Kotpartikel das kleinste Sieb.

Teil 1: Vergleich des „Auerochsen“ mit dem Wisent

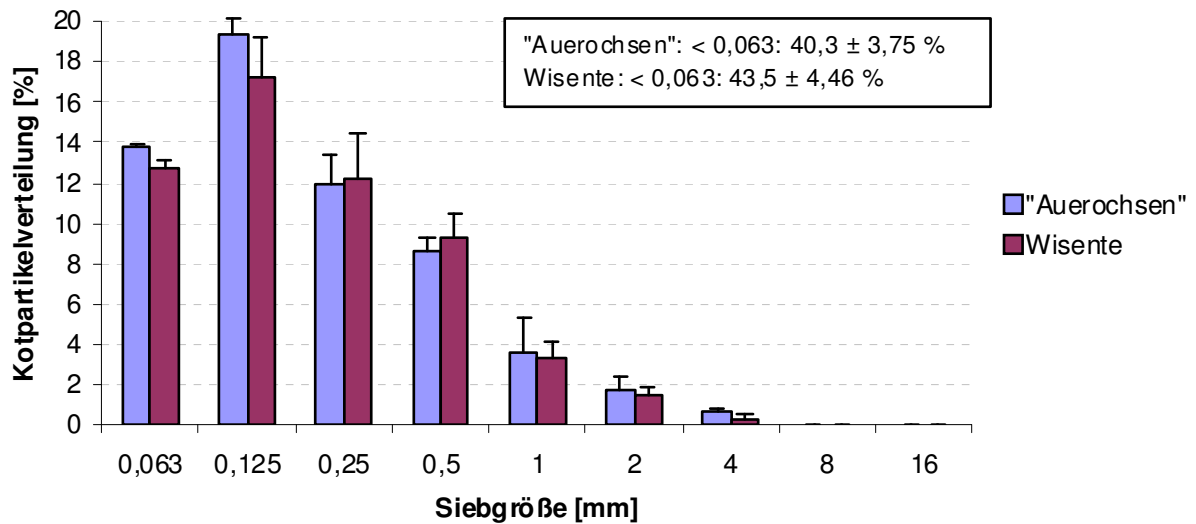


Abb. 2-9: Kotpartikelverteilung [%] von Wisent und „Auerochse“ auf den einzelnen Sieben (\pm SD)

Betrachtet man den gewichteten Mittelwert der Kotpartikelgröße (Abb. 2-10), so beträgt jener während der ersten Phase für die „Auerochsen“ 0,55 mm (\pm 0,10 mm) und für die Wisente 0,52 mm (\pm 0,11 mm). Während der zweiten Phase beträgt der gewichtete Mittelwert der Kotpartikelgröße für die „Auerochsen“ 0,45 mm (\pm 0,08 mm) und für die Wisente 0,44 mm (\pm 0,08 mm).

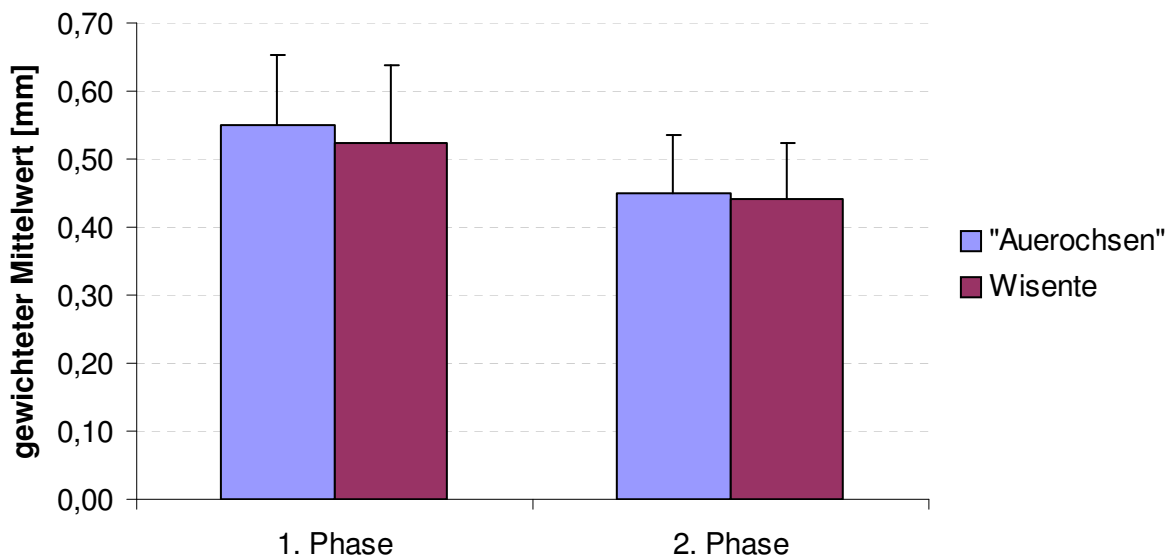


Abb. 2-10: Gewichteter Mittelwert der Kotpartikelgröße [mm] von Wisent und „Auerochse“ (\pm SD)

Teil 1: Vergleich des „Auerochsen“ mit dem Wisent

Sowohl während der ersten ($p = 0,3964$) als auch während der zweiten Phase ($p = 0,5486$) sind die Unterschiede zwischen dem gewichteten Mittelwert der Kotpartikelgröße der Wisente und „Auerochsen“ nicht signifikant.

2.4.5 Thermographie

Abb. 2-11 zeigt bei einem „Auerochsen“-Rind eine vermehrte Wärmeabstrahlung über Augen, Hörner und Maul. Eine verminderte Wärmeabstrahlung erfolgt über Hals, Vorderbeine (distal) und Klauen. Die einzelnen gemessenen Temperaturen sind Tab. 2-6 zu entnehmen. Die erhöhte Wärmeabstrahlung an der linken Vorderklaue, kann auf eine leichte Verletzung zurück zu führen sein. Das Tier zeigte keine Verhaltensauffälligkeiten.

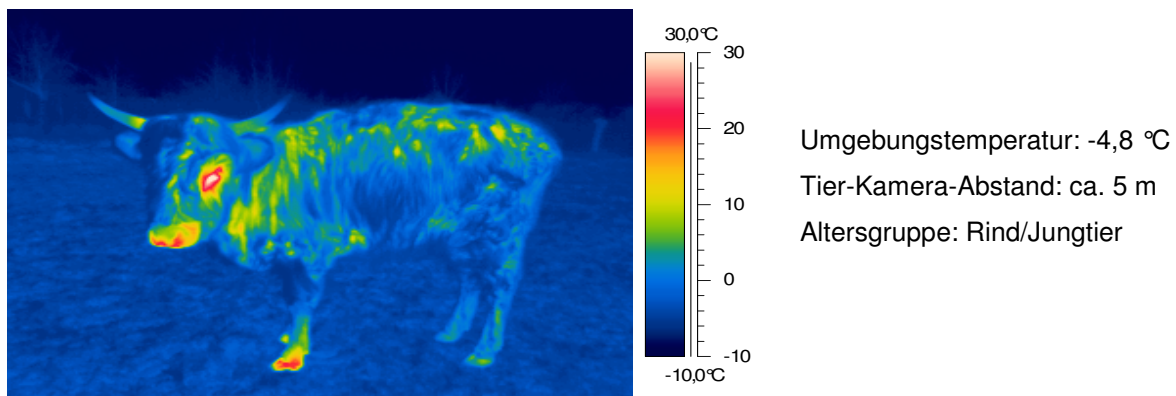


Abb. 2-11: Thermographiebild eines „Auerochsen“-Rindes

Abb. 2-12 zeigt eine vermehrte Wärmeabstrahlung über Augen und Maul. Der adulte „Auerochse“ gibt vermindert Wärme über Hörner, Kopf und Hals ab. Die einzelnen gemessenen Temperaturen sind Tab. 2-6 zu entnehmen. Obwohl der Kastrat seinen Kopf zur Seite dreht, bleibt das Fell geschlossen und wirkt wärmeisolierend.

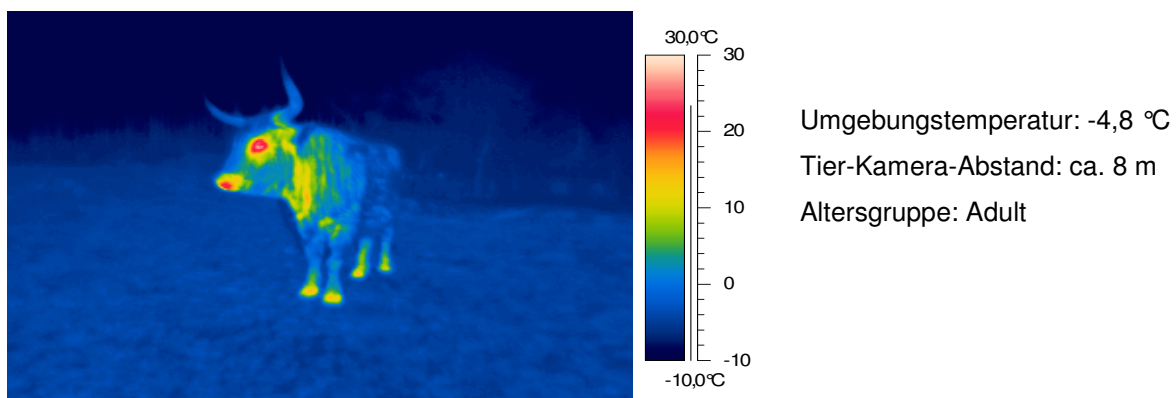


Abb. 2-12: Thermographiebild eines adulten „Auerochsen“ (Kastrat)

Teil 1: Vergleich des „Auerochsen“ mit dem Wisent

Für den Wisent zeigt Abb. 2-13 eine vermehrte Wärmeabstrahlung über Augen, Hörner, Maul und Klauen. Vermindert wird Wärme über Hals, Kopf und Beine abgegeben. Die einzelnen gemessenen Temperaturen sind Tab. 2-6 zu entnehmen. Die starke Behaarung des Vorderkörpers reduziert die Wärmeabstrahlung.

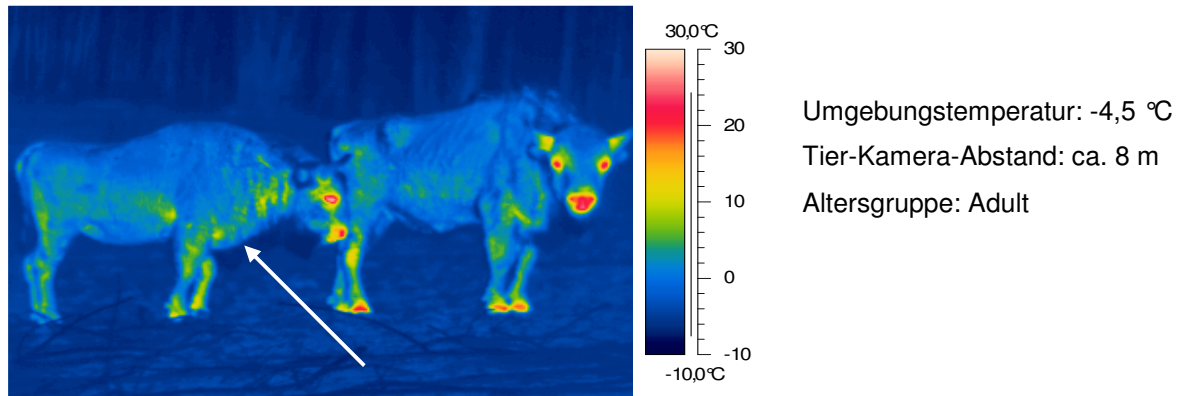


Abb. 2-13: Thermographiebild eines adulten, weiblichen Wisents (thermographiertes Tier ist mit einem Pfeil gekennzeichnet)

Abb. 2-14 zeigt eine vermehrte Wärmeabstrahlung über Augen, Hörner, Maul und Klauen. Vermindert wird Wärme über Hals, Kopf und Vorderbeine abgegeben. Die einzelnen gemessenen Temperaturen sind Tab. 2-6 zu entnehmen. Die starke Körperbehaarung reduziert die Wärmeabstrahlung.

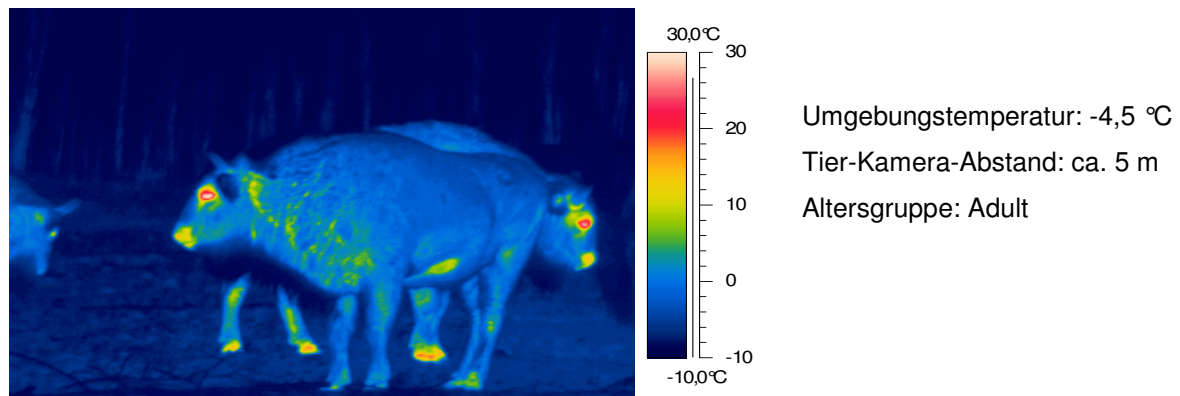


Abb. 2-14: Thermographiebild eines adulten, weiblichen Wisents

Teil 1: Vergleich des „Auerochsen“ mit dem Wisent

Abb. 2-15 zeigt eine sehr gute Wärmeisolierung des Wisents. Trotz stark gedrehten Kopfes bleibt das Fell geschlossen, sodass im Bereich des Halses lediglich eine Temperatur von 4,0 °C gemessen wurde.

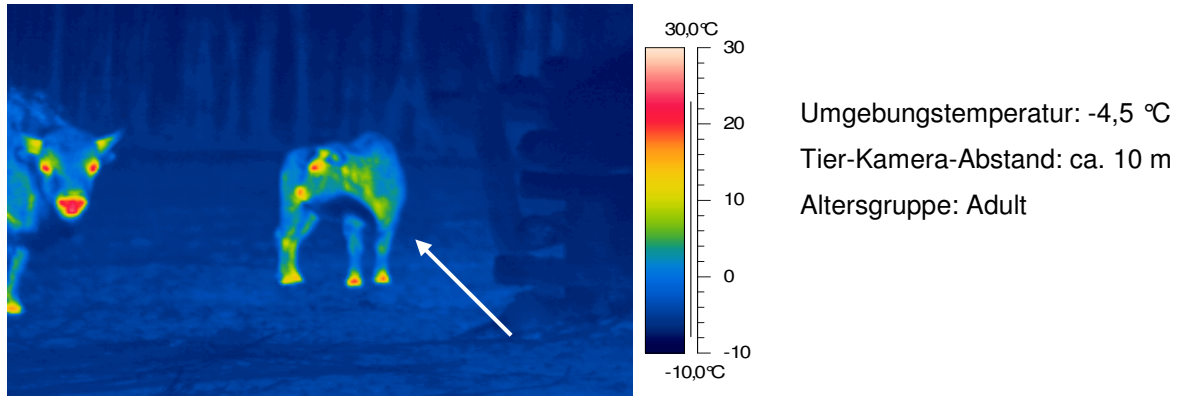


Abb. 2-15: Thermographiebild eines adulten, weiblichen Wisents (mit Pfeil gekennzeichnet)

Sowohl beim „Auerochsen“ als auch beim Wisent wird Wärme vermehrt über Augen, Hörner und Maul abgegeben (Tab. 2-6). Beide Tierarten geben nur geringfügig Wärme über den Halsbereich ab, wenn sie ihren Kopf zur Seite drehen. Im Gegensatz zum „Auerochsen“ hat der Wisent eine geringfügig verminderte Wärmeabstrahlung im Hals- und Vorderkörperbereich (Tab. 2-6).

Teil 1: Vergleich des „Auerochsen“ mit dem Wisent

Tab. 2-6: Zusammenfassung der Thermographie-Befunde

	„Auerochsen“		Wisente		
	Abb. 2-11	Abb. 2-12	Abb. 2-13	Abb. 2-14	Abb. 2-15
Augen (maximal)	33,4 °C	27,0 °C	27,7 °C	30,3 °C	
Hörner (maximal)	12,2 °C	5,1 °C	14,3 °C (rechtes Tier, Bulle)	5,7 °C	
Kopf	1,4 °C	4,9 °C	2,1 °C	0,9 °C	
Maul	11,5 °C	13,4 °C	16,3 °C	7,3 °C	
Hals	5,3 °C	5,2 °C	3,0 °C	2,0 °C	4,0 °C
Vorderkörper	1,3 °C		0,5 °C	-1,1 °C	
Hinterkörper	0,7 °C		1,4 °C	-1,2 °C	
Vorderbeine (proximal)	-2,8 °C		4,1 °C	2,1 °C	
Vorderbeine (distal)	4,3 °C		5,0 °C	0,6 °C	
Hinterbeine (proximal)	-0,6 °C		2,6 °C	-0,5 °C	
Hinterbeine (distal)	1,2 °C		2,9 °C	-1,3 °C	
Klauen (lateral)	15,6 °C (vorne) 3,4 °C (hinten)		8,2 °C	4,8 °C	

2.5 Diskussion

2.5.1 Wisent: Futteraufnahme

Die von einem erwachsenen Wisent aufgenommene Frischnahrung wird in der Literatur mit 30-45 kg (Kalugin, 1968; Krasińska und Krasiński, 2008) angegeben. Nimmt man für die Frischnahrung eine Trockenmasse von 23 % (basierend auf Werten der Futterproben von Wörth und Hattingen) an, so beträgt die in der Literatur beschriebene Futteraufnahme 7 - 10 kg TM pro Tier und Tag. In der vorliegenden Arbeit wurde für die erste Untersuchungsphase eine Trockenmasseaufnahme von 8,6 kg pro adultem Tier und Tag ermittelt. Der Anteil des Rundballenheus betrug ca. 50 % (siehe Tab. 2-3). Die von den im Wildgehege Neandertal lebenden Wisenten aufgenommene Nahrungsmenge während der ersten Phase stimmt somit gut mit den Literaturwerten überein. Während der zweiten Phase betrug die tägliche Trockenmasseaufnahme 5,2 kg pro adultem Tier. Krasińska und Krasiński (2008) schreiben, dass nach Holodova und Belousova (1989) der Bedarf der Wisente an Nahrung und Energie im Winter geringer ist als während der Vegetationszeit, was mit der herabgesetzten Stoffwechselrate zu dieser Jahreszeit begründet wird. Kowalczyk et al. (1976) bestimmten unter anderem ebenfalls die tägliche Futteraufnahme von zwei 3 bzw. 4 Jahre alten Wisenten im Frühling, Sommer und Herbst. Die größte Futteraufnahme von 6,4 bzw. 7,3 kg TM beobachteten Kowalczyk et al. (1976) im Herbst und die niedrigste Futteraufnahme von 3,8 bzw. 5,4 kg TM im Frühling. Kohlschein (2011) bestimmte in ihren Untersuchungen eine tägliche Trockenmasseaufnahme von 4,8 kg. In der vorliegenden Arbeit fanden beide Untersuchungsperioden im späten Winter (26.01. - 05.02.2009 und 02.03. - 12.03.2009) statt. Demnach hätte die Nahrungsaufnahme der Wisente annähernd identisch sein müssen. Einerseits war aber die Bestimmung der gefressenen Heumenge schwierig, weil vom Rundballenheu nur Schätzwerte vorliegen. Zum anderen hatten die Tiere immer die Möglichkeit, eine kleine Menge Frischgras aufzunehmen. Hiervon wurden allerdings keine direkten Beobachtungen gemacht. Um eine Frischgrasaufnahme ausschließen zu können, hätten die Tiere während der Untersuchungszeit auf einem Sand- oder Betonboden ohne natürlichen Pflanzenbewuchs gehalten werden müssen. Diese Haltungsbedingung war hier nicht möglich. Der Vergleich der täglichen TM-Aufnahmen in der vorliegenden Arbeit mit den Literaturwerten lässt darauf schließen, dass die Futteraufnahme während der ersten Untersuchungsphase überschätzt wurde.

2.5.2 „Auerochse“: Futteraufnahme

Je nach Alter, Witterungslage und gewachsenem Futterangebot fressen „Auerochsen“ täglich durchschnittlich ca. 6 - 10 kg Raufutter (Frisch, 2010). In der vorliegenden Untersuchung wurde je Tier (adult und wachsend) eine tägliche TM-Aufnahme von 5,3 kg (1. Phase) und 3,1 kg (2. Phase) ermittelt. Der Anteil des Rundballenheus betrug während der ersten Phase ca. 60 % (siehe Tab. 2-3). Dieser Wert kann allerdings auch schwanken, weil das Gewicht der Rundballen nur geschätzt werden konnte. Genau wie bei den Wisenten stimmt die aufgenommene Nahrungsmenge während der ersten Phase gut mit dem Literaturwert überein. Während der zweiten Phase fraßen die „Auerochsen“ trotz extrem kurzer Grasnarbe vermutlich schon mehr Gras als erwünscht. Grasens der Tiere konnte nach einer Heugabe beobachtet werden. Um dies zu verhindern, hätten die „Auerochsen“ auf einer Fläche ohne natürlichen Bewuchs gehalten werden müssen. Dies war hier nicht möglich.

2.5.3 Verdauungskapazität und Nahrungszerkleinerung

Wiederkäuer stellen eine Gruppe mit relativ hoher Körpermasse dar, welche relativ kleine Kotpartikel produzieren (Fritz, 2007). Als Maß für die Nahrungszerkleinerung durch den Kauvorgang hat sich nach Fritz (2007) die Kotpartikelgröße erwiesen. Allerdings vermutet Fritz (2007), dass bei Wiederkäuern die Kotpartikelgröße auch indirekt durch einen selektiven Retentionsmechanismus für Partikel im Pansen gesteuert wird. Bei der Untersuchung der Kotpartikelgrößen verschiedener Rinderrassen unterschiedlicher Gewichtsklassen fanden Bae et al. (1983) jedoch keinen signifikanten Unterschied. Sie vermuteten, dass es keinen Unterschied bei den verschiedenen Körpergewichtsklassen im Schwellenwert, mit dem die Partikel den Pansen verlassen, gibt.

Mehrere Autoren formulierten, dass fermentative Prozesse bei der Reduktion der Partikelgröße keine große Bedeutung haben (Poppi et al., 1980; Murphy und Nicoletti, 1984; Lechner-Doll, 1986; McLeod und Minson, 1988; Shaver et al., 1988). Nach McLeod und Minson (1988) ist das mechanische Zerkauen der Nahrung für die Reduktion der Partikelgröße von weitaus größerer Bedeutung als die mikrobielle Fermentation. Damit ist die Kotpartikelgrößenverteilung auch ein Indikator für die Effizienz der Faserverdaulichkeit. Der Einsatz verschiedener Futtermittel bzw. verschiedener Nahrungspartikelgrößen führen bei Rindern nach Untersuchungen von

Teil 1: Vergleich des „Auerochsen“ mit dem Wisent

Fritz (2007) zu unterschiedlichen durchschnittlichen Kotpartikelgrößen. So werden Futtermittel unterschiedlich zerkleinert (Troelsen und Campbell, 1968; Wilson et al., 1989; Wilman et al., 1999; Fritz, 2007; Hummel et al., 2008) und „Auerochsen“ in Zootierhaltung scheiden wegen der im Zoofutter enthaltenen Pellets erwartungsgemäß feinere Partikel aus als „Auerochsen“ in freier Wildbahn (Fritz, 2007; Hummel et al., 2008). In der vorliegenden Arbeit war das Heu der ersten Untersuchungsphase bei beiden Tierarten faserreicher als das Heu der zweiten Phase (Tab. 2-4). Dieser Umstand erklärt die signifikant höhere durchschnittliche Kotpartikelgröße während der ersten Phase sowohl bei den Wisenten ($p = 0,0324$) als auch bei den „Auerochsen“ ($p = 0,0040$).

Die Zerkleinerung von Futterpartikeln, deren Verdauung und die Kotpartikelgröße wurden in einer Vielzahl von Publikationen untersucht. Fritz et al. (2012) beschreiben unterschiedliche Methoden zur Kotpartikelgrößenbestimmung. Eine optimale Standardmethode können die Autoren allerdings nicht empfehlen. Wegen praktischer Gründe und wegen der Robustheit im Vergleich mit Daten aus anderen Siebsätzen empfehlen Fritz et al. (2012) den gewichteten Mittelwert den anderen Methoden vorzuziehen. In der vorliegenden Arbeit wurde der gewichtete Mittelwert berechnet (Abb. 2-10). Erwartungsgemäß ergaben sich kaum Unterschiede zwischen Wisent ($0,48 \text{ mm} \pm 0,10 \text{ mm}$) und „Auerochse“ ($0,50 \text{ mm} \pm 0,09 \text{ mm}$). Sowohl während der ersten ($p = 0,3964$) als auch während der zweiten Phase ($p = 0,5486$) sind die Unterschiede zwischen den Wisenten und „Auerochsen“ nicht signifikant. Die in dieser Arbeit ermittelten gewichteten Mittelwerte lassen sich gut mit den Literaturwerten (Fritz, 2007; Kohlschein, 2011) vergleichen. Beide Tierarten gehören zur Familie der Ruminantia. Nach Fritz (2007) stellen Wiederkäuer eine Gruppe mit relativ hoher Körpermasse dar, welche relativ feine Partikel produzieren. In den Untersuchungen von Fritz (2007) wurde ersichtlich, dass bei den Wiederkäuern der Anstieg der Kotpartikelgröße mit der Körpermasse wegen des vermutlich existierenden selektiven Retentionsmechanismus deutlich schwächer ist als bei Nicht-Wiederkäuern. Diese Tatsache, der nicht allzu große Körpergrößenunterschied zwischen Wisent und „Auerochse“ und die vergleichbare Heuqualität erklären die fast identische durchschnittliche Kotpartikelgröße (Abb. 2-10) als auch die Kotpartikelverteilung (Abb. 2-9).

Die während des Kauvorgangs stattfindende Partikelzerkleinerung hat einen maßgeblichen Einfluss auf die Verdaulichkeit von Fasermaterial und somit auf das

Teil 1: Vergleich des „Auerochsen“ mit dem Wisent

Energiebudget der Tiere. Je kleiner die Partikel sind, desto größer ist ihr Oberflächen-Volumenverhältnis. Daraus folgt eine beschleunigte Mikrobenbesiedlung sowie ein beschleunigter Abbau der Zellwandbestandteile und somit eine effektivere Fermentation (Latham et al., 1978; Poppi et al., 1980, 1981; Pond et al., 1984; Fujikura et al., 1989; Bjørndal et al., 1990; Perez-Barberia und Gordon, 1998; Wilman et al., 1999; Fritz, 2007). In den Untersuchungen von Fritz (2007) fällt auf, dass die Wiederkäuer eine Nische in ihrer Körpergewichtsklasse besetzen, die von keiner anderen Gruppe vertreten wird. Somit haben sowohl „Auerochse“ als auch Wisent aufgrund ihrer kleinen durchschnittlichen Partikelgröße, die auch in der vorliegenden Arbeit bestätigt wird, eine sehr gute Kaeffizienz. Im Blick auf die Kotpartikelgröße haben beide Tierarten die gleiche Vorraussetzung für eine effektive Fermentation.

Die Passagerate (Kay, 1987; Lechner-Doll et al., 1991; Clauss und Lechner-Doll, 2001; Clauss et al., 2006; Hummel et al., 2006; Clauss et al., 2007; Kohlschein, 2011) ist ein wichtiges ernährungsphysiologisches Merkmal, das beschreibt, mit welcher Strategie ein Wiederkäuer verdaut. Eine lange Retentionszeit (die Zeit, in der das Futter im Verdauungstrakt zurückgehalten wird) erlaubt eine vollständigere Verdauung, wohingegen eine schnellere Passage den Durchfluss von mehr Futter erlaubt. Gras enthält generell mehr Fasermaterial als Laubäsung (Clauss et al., 2006). Deshalb ist die Strategie der Grasäser, das Futter länger im Pansen zurückzuhalten, sinnvoll, um so eine hohe Verdaulichkeit des Faseranteils zu erzielen. Laubäser hingegen haben eine raschere Passage (Hummel et al., 2006; Kohlschein, 2011). Dies erscheint vorteilhaft, weil der Faseranteil ihrer Nahrung einen höheren Anteil an unverdaulichen Bestandteilen enthält (Hummel et al., 2006). Durch die schnelle Passage müssen Laubäser zwar häufiger Nahrung aufnehmen (Hummel et al., 2006), sie können die unverdaulichen Komponenten aber rasch durch das Verdauungssystem transportieren (Hofmann, 1989) und ausscheiden. In der vorliegenden Arbeit wurden keine Untersuchungen zur Passagerate durchgeführt. Die Wisente und „Auerochsen“ bekamen Heu vergleichbarer Qualität zu fressen, sodass ein Einfluss des Futters ausgeschlossen werden kann.

Nach Gębczyńska et al. (1974) liegen die Verdauungskoeffizienten der Roh Nährstoffe beim Wisent höher als beim Hausrind. Kowalczyk et al. (1976) und Krasińska und Krasiński (2008) sehen in der Fähigkeit, Lignin zu verdauen, eine artspezifische Anpassung des Wisents an den Lebensraum Wald. Kowalczyk et al.

Teil 1: Vergleich des „Auerochsen“ mit dem Wisent

(1976) betonen, dass das Problem der Verdaulichkeit von Lignin umstritten ist. Mehrere von ihnen angegebene Studien (Johnson, 1972; Verme und Ullrey, 1972; Gębczyńska et al., 1974) scheinen aber darauf hin zu deuten, dass Lignin von Rindern bis zu einer gewissen Pflanzenentwicklungsstufe und Nahrungszusammensetzung verdaut werden kann. Es ist aber zu beachten, dass die Analysenmethode der Ligninbestimmung den Verdauungskoeffizienten beeinflussen kann (Van Soest, 1964; Kirchgeßner et al., 2008). Poettinger (2011) beobachtete während ihrer Untersuchungen ein unregelmäßiges und individuell unterschiedliches „Knabbern“ der Wisente an Bäumen oder Büschen. In erster Linie nutzten die Wisente hier die Bäume für die Körperpflege (z. B. „Scheuern“). Wegen dieser Beobachtungen und wegen der anatomischen Betrachtungen von Kowalczyk (2010), der den Wisent als reinen Grasfresser sieht, stellt sich für Poettinger (2011) die Frage, ob Wisente in freier Wildbahn auf Blätter und Rinde zurückgreifen müssen, weil ihnen große Grasflächen nicht zur Verfügung stehen, oder ob sie zur Bedarfsdeckung der Tiere tatsächlich benötigt werden. Den Wisenten der vorliegenden Arbeit stand keine Wald- oder Gehölzfläche – lediglich ein paar ältere Solitärbäume - zur Verfügung. Deshalb können keine eigenen Beobachtungen angeführt werden. Die Wildhüter des Wildgeheges Neandertal berichteten aber, dass die Tiere gerne Gehölzabschnitte, vor allem Weide, verbeißen. Welche Rolle Gehölze für die Wisente spielen, sollte in weiteren Studien untersucht werden. Für die vorliegenden Untersuchungen bekamen die Wisente und „Auerochsen“ ausschließlich Heu vergleichbarer Qualität zu fressen. Betrachtet man den Kot-Stickstoffgehalt (Abb. 2-8), so liegt der Rohproteingehalt im Kot für die „Auerochsen“ ca. 2 bzw. 3 % höher als der der Wisente (1. Phase (nur sehr knapp nicht signifikant): $p = 0,0596$; 2. Phase: $p < 0,0001$; Weil die Ergebnisse der Futteranalysen während der ersten Phase nicht so gut zusammenliegen wie bei der zweiten Phase (Tab. 2-4), weisen die Ergebnisse der zweiten Untersuchungsphase eine deutlich bessere Qualität auf und sind höher zu bewerten.). Dementsprechend haben die „Auerochsen“ im Gegensatz zu den Wisenten eine bessere Verdaulichkeit von faserreicher Nahrung wie Heu. Es stellt sich nun die Frage, ob die „Auerochsen“ vielleicht eine raschere Passage als die Wisente haben. Aufgrund der Körpermasse müsste eigentlich die Passage der Wisente länger sein als die der „Auerochsen“ (Demment und Van Soest, 1985; Kohlschein, 2011). Dementsprechend müsste der Wisent besser an Laubnahrung angepasst sein: Laub liefert schneller Energie als

Gras, Gras liefert aber mehr Energie als Laub (Clauss et al., 2006; Hummel et al., 2006; Kohlschein, 2011). Um diese Frage zu klären, sollten in weiteren Studien Untersuchungen zur Passagerate bei Wisent und „Auerochse“ durchgeführt werden. Bei der Gegenüberstellung der nasschemisch analysierten DOM mit den Ergebnissen der mittels der Gleichungen aus Lukas et al. (2005) und Wang et al. (2008) berechneten Verdaulichkeiten (Tab. 2-5) fällt eine gute Übereinstimmung der Verdaulichkeitswerte während der zweiten Untersuchungsphase auf. Während der ersten Phase lassen sich die Werte nicht so gut miteinander vergleichen. Hier liegen die DOM-Werte ca. 6 - 14 % unter den aus dem Kot-Stickstoff berechneten Verdaulichkeitswerten. Vermutlich stimmt sowohl bei den „Auerochsen“ als auch bei den Wisenten das Verhältnis der geschätzten, gefressenen Heusortenmengen mit der in Wirklichkeit aufgenommenen Heumengen nicht überein. Aus technischen Gründen konnte das Gewicht der Rundballen aber nur geschätzt werden. Betrachtet man die Ergebnisse der Futteranalysen in Tab. 2-4, so erkennt man, dass die Qualität der Rundballen schlechter war als die Qualität des Heus der Hochdruckballen. Dieser Qualitätsunterschied ist bei den Wisenten noch deutlicher ausgeprägt als bei den „Auerochsen“. Es ist bekannt, dass Rinder bei der Futteraufnahme selektieren (Borowski et al., 1967; Richmond et al., 1977; Schmidt et al., 2004). Vermutlich war diese selektive Futteraufnahme bei den Wisenten ausgeprägter als bei den „Auerochsen“. Dies würde auch den etwas größeren Unterschied zwischen DOM und aus Kot-Stickstoff berechneter Verdaulichkeit bei den Wisenten im Gegensatz zu den „Auerochsen“ erklären. Die Tatsache, dass die Wisente am Ende der Untersuchungsphase viel Rundballenheu übrig hatten, unterstützt letztere Annahme. Die „Auerochsen“ hingegen hatten ihr angebotenes Heu fast vollständig aufgefressen.

2.5.4 Thermographie

Die Thermogramme von Wisent (Abb. 2-13 bis 2-15) und „Auerochse“ (Abb. 2-11 und 2-12) zeigen, dass beide Tierarten ein dichtes und gut isolierendes Fell (Bianca, 1971) haben. Sogar wenn die Tiere ihren Kopf zur Seite drehen, wird nur wenig Wärme an die Umgebung abgegeben. Demnach öffnet sich das Fell im Halsbereich kaum, wodurch die Wärmeabstrahlung reduziert wird. Die Mähne an Kopf, Hals und Vorderkörper wirkt beim Wisent ein wenig stärker isolierend gegenüber dem restlichen Körper und gegenüber dem „Auerochsen“. Beim Europäischen Wisent und

Teil 1: Vergleich des „Auerochsen“ mit dem Wisent

anderen Tierarten beschreibt Hilsberg (2000) einen Geschlechtsdimorphismus in der Thermoregulation. Weil längere Haare besser isolieren als kürzere (Hammel, 1955), sollten durch die stärker ausgeprägte Mähne bei Bullen insgesamt niedrigere Körperoberflächentemperaturen als bei weiblichen Tieren gemessen werden. Hilsberg (2000) wies diese Temperaturdifferenzen nach. In der vorliegenden Arbeit wurden diesbezüglich keine genaueren Untersuchungen durchgeführt.

Sowohl beim „Auerochsen“ als auch beim Wisent wird Wärme vermehrt über Augen, Hörner und Maul abgegeben. Die Oberflächentemperatur der Hörner des Wisentbullen (Tab. 2-6) waren wesentlich höher als die der Kühe. Hilsberg (2000) beschreibt ebenfalls diese geschlechtstypischen Unterschiede der Wärmeabstrahlung über die Hörner bei Bison und Wisent. Als Grund für die Wärmeabgabe über die Hörner wird die starke Isolation der Mähne angeführt. Nach Hilsberg (2000) sind die proximalen Hornabschnitte durch die hohe Vaskularisierung für einen gezielten Einsatz zur Thermoregulation prädestiniert. Hirsche hingegen geben nur Wärme über Geweihe im Bast ab (Philipps, 1992; Hilsberg, 2000). Sobald die Geweihe gefegt sind, werden diese nicht mehr durchblutet.

Die Klauen scheinen ähnlich der Hörner dafür geeignet zu sein, überschüssige Wärme abzustrahlen. Wiederum gibt der Wisentbulle mehr Wärme über die Klauen ab als die Kühe (Tab. 2-6). Genau wie bei den Hörnern kann als Grund die bei den Bullen stärker ausgeprägte und folglich besser isolierende Mähne angeführt werden. An der Vorderklaue eines „Auerochsen“-Rindes (Rind 265, Tab. 2-2) wurde eine relativ hohe Oberflächentemperatur (Abb. 2-11; Tab. 2-6) gemessen. Das Rind machte äußerlich einen gesunden und intakten Eindruck. Möglicherweise lag bei diesem Tier aber eine Verletzung oder Entzündung vor. Eine nähere Untersuchung war leider nicht möglich.

Für jedes Tier gibt es einen Bereich der thermoneutralen Zone bzw. der Zone thermischer Indifferenz (Bianca, 1971). In diesem Temperaturbereich werden weder Kälte noch Wärme bekämpft (z. B. durch sich ausstrecken in der Wärme, sich zusammenrollen in der Kälte, vermehrte Körperaktivität). Die Zone thermischer Indifferenz liegt bei jungen Tieren deutlich höher als bei ausgewachsenen Tieren derselben Art und ist in ihrer Breite bei jungen Tieren auch bedeutend geringer als bei den ausgewachsenen Tieren. So gibt Bianca (1971) die thermoneutrale Zone der Kuh in einem Bereich zwischen 0 - 16 °C und die des Kalbes zwischen 13 - 25 °C an.

Während der Anfertigung der thermographischen Aufnahmen im Wildgehege Neandertal herrschten Temperaturen von -4,5 °C bei den Wisenten und -4,8 °C bei den „Auerochsen“. Weder die Wisente noch die „Auerochsen“ zeigten irgendwelche Verhaltensweisen, um die Wärmebildung zu erhöhen oder auch zu senken. Dies lässt darauf schließen, dass sich beide Tierarten im Bereich der thermoneutralen Zone befanden. Für Kälber können in dieser Arbeit keine Aussagen getroffen werden, weil jene für die Untersuchungen nicht zur Verfügung standen. Nach Wenk (2004) und Frisch (2010) sind „Auerochsen“ aber sehr widerstandsfähig gegenüber Kälte und Hitze. Voraussetzung ist allerdings, dass die Kälber im Freien geboren werden und dort aufwachsen. Wisente existieren ohnehin noch in wildlebenden Populationen, z. B. im Urwald von Białowieża (Krasińska und Krasiński, 2008). Sie scheinen dort mit den vorherrschenden Klimaverhältnissen gut zurecht zu kommen.

2.5.5 Vergleich von Wisent und „Auerochse“

Beim Vergleich der im Wildgehege Neandertal und Naturschutzgebiet Bruchhausen lebenden Wisente und „Auerochsen“ hinsichtlich Nahrungszerkleinerung und Thermoregulation wurden keine großen Unterschiede sichtbar. Beide Tierarten haben eine fast identische durchschnittliche Kotpartikelgröße und Kotpartikelverteilung (Abb. 2-9 und 2-10). Thermographisch sind sowohl Wisent als auch „Auerochse“ gegenüber Temperaturen von ca. -5 °C gut ausgestattet. Beide Arten haben ein dichtes und gut isolierendes Fell (Abb. 2-11 bis 2-15; Tab. 2-6). Durch die Mähne an Kopf, Hals und Vorderkörper ist der Wisent in diesen Bereichen noch ein wenig besser isoliert als der „Auerochse“. Weil keine Verhaltensweisen gezeigt wurden, die die Wärmebildung erhöhen oder senken, scheint es, als hätten sich die Tiere auch in der thermoneutralen Zone (Bianca, 1971) befunden.

In der Verdauungskapazität sind bei faserreicher Nahrung wie Heu die „Auerochsen“ den Wisenten überlegen. Betrachtet man den Kot-Stickstoffgehalt (Abb. 2-8), so liegt der Rohproteingehalt im Kot für die „Auerochsen“ ca. 2 bzw. 3 % höher als der der Wisente (1. Phase: $p = 0,0596$; 2. Phase: $p < 0,0001$). Wie bereits oben erwähnt, ist die Qualität der Ergebnisse der zweiten Phase deutlich besser als die der ersten Phase und viel stärker zu bewerten. Dementsprechend haben die „Auerochsen“ im Gegensatz zu den Wisenten eine bessere Verdaulichkeit von faserreicher Nahrung wie Heu. Beim Vergleich des gewichteten Mittelwertes der Kotpartikelgröße (Abb. 2-10) ergaben sich erwartungsgemäß kaum Unterschiede zwischen Wisent

Teil 1: Vergleich des „Auerochsen“ mit dem Wisent

(0,48 mm \pm 0,10 mm) und „Auerochse“ (0,50 mm \pm 0,09 mm). Sowohl während der ersten ($p = 0,3964$) als auch während der zweiten Phase ($p = 0,5486$) sind die Unterschiede zwischen den Wisenten und „Auerochsen“ nicht signifikant.

Während der zweiten Untersuchungsphase fraßen sowohl die „Auerochsen“ als auch die Wisente weniger Heu als während der ersten Phase (Tab. 2-3 und Tab. 2-7). Betrachtet man die tägliche Futteraufnahme [g] pro kg Körpergewicht (Tab. 2-7), so ist jene bei den Wisenten geringfügig höher als bei den „Auerochsen“. Richmond et al. (1977) stellten die Futteraufnahme von Amerikanischem Bison (11 g/(kg*Tag)), Yak (8 g/(kg*Tag)) und Rindern (11 g/(kg*Tag)) gegenüber. Die ermittelten Werte der Futteraufnahme (g/(kg*Tag)) lassen sich mit den eigenen Werten dieser Arbeit gut vergleichen. Minimale Abweichungen sind auf das Futter-Selektivitätsverhalten (Richmond et al., 1977; Schmidt et al., 2004) und die Körpermasse der Tiere zurückzuführen.

Tab. 2-7: Gegenüberstellung der Durchschnitts-Körpergewichte [kg] und tägliche Futteraufnahme [g] pro kg Körpergewicht von Wisent und „Auerochse“

Tierart	Durchschnitts-Körpergewicht [kg]		Futteraufnahme [g/(kg*Tag)]	
	1. Phase	2. Phase	1. Phase	2. Phase
Wisent	533	533	16	10
„Auerochse“	450	429	12	7

Die Heuqualität (Tab. 2-4) der zweiten Phase war vergleichbar. Während der ersten Phase gab es Unterschiede im Fasergehalt, XP, DOM und ME der Rundballen: das Rundballenheu der „Auerochsen“ war qualitativ besser, als das der Wisente. Wegen dieser Unterschiede ist die Qualität der Ergebnisse der zweiten Untersuchungsphase wie bereits erwähnt deutlich besser und um einiges stärker zu gewichten als die Ergebnisse der ersten Untersuchungsphase. Während beider Phasen wurden extrem niedrige Rohfett- und Rohproteingehalte analysiert (Tab. 2-4). Dies ist auf den weit fortgeschrittenen Reifheitsgrad der Gräser und Kräuter und auf deren Herkunft (biologischer Anbau) zurückzuführen (Jeroch et al., 1993).

3 Habitatnutzung des „Auerochsen“



Abb. 3-1: „Auerochsen“-Kuh mit Kalb (eigene Aufnahme; „Ruhraue Hattingen-Winz“)

3.1 Einleitung

Der Einfluss von Megaherbivoren auf die Landschaft und damit verbunden auf Ökosysteme wurde und wird viel diskutiert. Dabei stellt sich die Frage, welche Herbivoren in einem gegebenen Habitat eingesetzt werden sollen und können. Ziel der naturnahen Ganzjahresbeweidung soll die Sicherung der Vielfalt an Arten und Biotopen sein. Tierschutzrelevante Aspekte dürfen allerdings nicht außer Acht gelassen werden. Das Tierschutzgesetz (Bundesministerium der Justiz, 2013) verpflichtet den Tierhalter, die von ihm gehaltenen Tiere ihrer Art und den Bedürfnissen entsprechend angemessen zu ernähren, zu pflegen und verhaltensgerecht unterzubringen. Große Weidetiere wie der „Auerochse“ scheinen für solche ganzjährigen Beweidungsprojekte gut geeignet zu sein. Sambraus (2011) beschreibt das Heckrind als wetterhartes, genügsames und weitgehend krankheitsresistentes Rind. Wenk (2004) fügt den Schlagwörtern „Klimahärte“ und „Robustheit gegen Krankheiten“ noch „Anspruchslosigkeit bei der Ernährung“ bei. „Auerochsen“ und Rinder gehören zum Ernährungstyp Gras- und Raufutterfresser („grazer“) (van Vuure, 2005; Bunzel-Drüke, 2004). Betrachtet man die tellergerade abgefressenen unteren Bereiche der Baumkronen auf Rinderflächen, so liegt allerdings die Vermutung nahe, dass Rinder Laub und Baumtriebe gerne mit in ihr Nahrungsspektrum aufnehmen. Um eine ursprüngliche Naturlandschaft entstehen zu lassen, scheinen die „Auerochsen“ gut geeignet zu sein. Durch ihr Äsungsverhalten sollen sie zur Entstehung und Aufrechterhaltung eines Mosaiks aus Wald und Offenland beitragen, das vielen Pflanzen- und Tierarten einen Lebensraum bietet. Das oberste Ziel einer ganzjährigen Weidehaltung mit Megaherbivoren wie dem „Auerochsen“ soll sein, dass den Tieren solche Habitate angeboten werden, in denen sie ohne menschliche Hilfe und Zufütterung – ausgenommen außergewöhnlich schneereiche Winter oder Hochwasser – überleben können. Welche Voraussetzungen ein Habitat für eine „Auerochsen“-Beweidung mitbringen soll, soll im folgenden Teil dieser Arbeit näher beleuchtet werden.

3.2 Fragestellung

Immer häufiger werden „Auerochsen“ zur Landschaftspflege eingesetzt. Von größerem Interesse sind dabei möglichst genaue Vorstellungen zur Habitatnutzung der Tiere. Dabei ist auch von Interesse, wie sich die Nutzung zu verschiedenen Jahreszeiten darstellt. Im vorliegenden Teil der Arbeit werden zwei unterschiedliche Habitate vorgestellt. Zum einen handelt es sich um die Insel Wörth im Staffelsee, mit ihrer parkartigen Landschaft (Frisch, 2010) und einem großen Gehölz- (ca. 13 % der Gesamtfläche) und Waldanteil (Laub-, Misch- und Nadelwald; ca. 52 % der Gesamtfläche). Zum anderen handelt es sich um das Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“, das durch seine großen Grünlandflächen und ehemaligen Wasseraufbereitungsbecken mit Weidenbewuchs charakterisiert ist. Einen Wald gibt es in diesem Habitat nicht. Die untersuchten Gebiete erlauben also auch Aufschluss darüber, welche Bedeutung Gehölzstrukturen sowohl als Habitatbestandteil als auch in der Ernährung der Tiere spielen. Um einen Einblick in das Aktivitätsbudget, in die Habitat- und Futterpflanzennutzung der „Auerochsen“ und zum Futterwert dieser Pflanzen zu bekommen, wurde in Hattingen während jeder Jahreszeit und in Wörth während des Überganges vom Herbst zum Winter und vom Frühling zum Sommer eine Beobachtungs- und Sammelphase durchgeführt. Im Einzelnen werden folgende Punkte behandelt:

- **Aktivitätsbudget:** Im Verlauf eines Jahres ändern sich die Anteile der einzelnen Aktivitäten. Um einen Einblick in die Verteilung der Aktivitäten zu bekommen, wurde das Aktivitätsbudget zweier Herden zu unterschiedlichen Zeiten aufgenommen.

Wie bereits bei Poettinger (2011) gezeigt wurde, wird auch für diese Studie angenommen, dass sich die „Auerochsen“ zum Ruhen und/oder Wiederkauen umso seltener hinlegen, je kälter die Luft- und somit auch die Bodentemperaturen werden.

- **Habitatnutzung:** Der „Auerochse“ gehört zum Ernährungstyp „Graser“ und bevorzugt deshalb hauptsächlich Grünlandflächen. Welche Bedeutung Waldrändern, Hecken und anderen Gehölzen als Landschaftsstrukturen zukommt, soll über Größen wie die prozentuale Nutzungshäufigkeit und den Präferenzindex dargestellt werden.

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

- Futterpflanzen: Die Zusammensetzung der Nahrung ist bei Tieren in der Landschaftspflege von großem Interesse. Als Hauptnahrung der „Auerochsen“ ist sicherlich Gras anzusehen. Es stellt sich allerdings die Frage, inwieweit Gehölze als Futterquelle genutzt werden und welcher Anteil sich für die Energie- und Proteinversorgung der Tiere abschätzen lässt. Auch hier sind jahreszeitliche Angebote sowie Schwankungen der Nahrungsqualität in den Gebieten von Bedeutung.

3.3 Tiere, Habitat und Methoden

3.3.1 Tiere: „Auerochsen“

3.3.1.1 „Auerochsen“ auf der Insel Wörth im Staffelsee

Die folgende Tabelle 3-1 gibt einen Überblick über die „Auerochsen“, die zur Zeit der Datenaufnahmen im November/Dezember 2009 und Mai/Juni 2010 auf der Insel Wörth lebten, die dort geboren wurden und über Todesfälle. Der Bulle Arturo und das Kalb Abano wurden nicht mit in die Datenauswertung aufgenommen, weil diese zwei Tiere nur während einer Beobachtungsphase auf der Insel lebten.

Seit Dezember 2005 beweiden die „Auerochsen“ (Halter: Familie Frisch) ganzjährig die Flächen der Insel Wörth. Am 8.12.2005 wurden neun Tiere auf die Insel gebracht. Zur Zeit der Datenaufnahmen lebten hier 14 bzw. 15 „Auerochsen“. Die Herde soll auf maximal 20 GVE (Großvieheinheiten) anwachsen, um gewährleisten zu können, dass es ausreichend Futter gibt. Von außen darf aus Naturschutzgründen und gemäß Vertragsnaturschutz keine Energie und daher auch kein Futter auf die Insel gebracht werden - außer in Notfällen - mit dem die Tiere beigefüttert werden könnten (Walter Frisch, 2012, mündlich).



Abb. 3-2: „Auerochsen“ auf der Insel Wörth (eigene Aufnahme; Nov/Dez 2009)

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

Tab. 3-1: „Auerochsen“ auf der Insel Wörth

Name	Geburtsdatum	Geschlecht	Geburtsort	Anmerkung
Efra	20.03.2001	weiblich	Steinberg	Kuh mit Kalb Abano
Nadia	17.04.2004	weiblich	Steinberg	Kuh mit Kalb Naomi
Axa	05.04.2004	weiblich	Steinberg	Kuh
Arizona	01.01.2001	weiblich	Steinberg	Kuh mit Kalb Aribó
Erni	07.04.2005	weiblich	Steinberg	Kuh mit Kalb Avis
Nostra 2	22.11.2001	weiblich	Steinberg	Färse
Noelle	16.06.2008	weiblich	Wörth	Färse
Nada	19.06.2008	weiblich	Wörth	Färse
Nuria	15.09.2007	weiblich	Wörth	Färse
Nanette	26.08.2008	weiblich	Wörth	Färse
Arturo	28.07.2006	männlich	Wörth	† Feb. 2010
Avis	14.03.2009	männlich	Wörth	Kalb
Naomi	03.08.2009	weiblich	Wörth	Kalb
Aribó	30.08.2009	männlich	Wörth	Kalb
Abano	05.03.2010	männlich	Wörth	

Anmerkung: Daten zum Aktivitätsbudget und zur Habitatnutzung wurden von allen Tieren außer Arturo und Abano aufgenommen. Für die Futterpflanzennutzung wurden fünf Fokustiere (Efra, Nadia, Erni, Noelle, Nuria) ausgewählt.



Abb. 3-3: „Auerochsen“ auf der Insel Wörth (eigene Aufnahmen; Mai/Juni 2010)

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“



Abb. 3-4: „Auerochsen“ auf der Insel Wörth (eigene Aufnahmen; Nov/Dez 2009)

3.3.1.2 „Auerochsen“ im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“

Die Hattinger „Auerochsen“-Herde umfasst ca. 50 Tiere. Darunter sind drei bis vier ältere Bullen. Um ein Anwachsen der Herde zu verhindern, werden jedes Jahr Tiere geschlachtet. Das Fleisch wird im eigenen Betrieb vermarktet.

Für die Feldbeobachtungen wurden fünf „Auerochsen“ ausgewählt. Tabelle 3-2 gibt einen Überblick über die Tiere. Über das Alter können nur ungefähre Angaben gemacht werden, weil nicht alle Tiere eine Ohrmarke tragen.

Tab. 3-2: „Auerochsen“ im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“

Name	Alter	Geschlecht	Geburtsort	Anmerkung
1	ca. 8 Jahre	weiblich	NSG	mit Kalb
2	ca. 4 Jahre	weiblich	NSG	mit Kalb
3	ca. 2 Jahre	männlich	NSG	Bulle
4	ca. 12 Jahre	weiblich	NSG	ohne Kalb
5	ca. 18 Jahre	weiblich	NSG	ohne Kalb

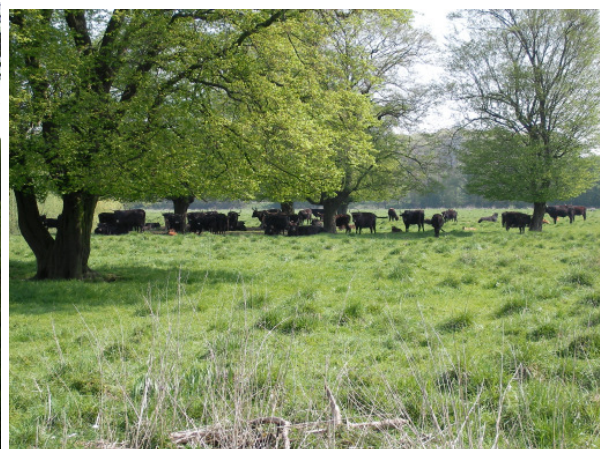


Abb. 3-5: „Auerochsen“ im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ (eigene Aufnahmen)

3.3.2 Habitate: Insel Wörth, Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“

3.3.2.1 Insel Wörth im Staffelsee

3.3.2.1.1 Allgemeines

Der Staffelsee bei Murnau liegt im Landkreis Garmisch-Partenkirchen. Die Insel Wörth ist als Landschaftsschutzgebiet ausgewiesen und hat eine Gesamtfläche von 39 ha (Mertens, 2006). Wörth ist im Besitz des Freistaats Bayern und untersteht der bayerischen Verwaltung der staatlichen Schlösser, Gärten und Seen.

Die Insel wird von zwei Familien bewohnt. Zusätzlich ist das Herrenhaus (Schloss) von der bayerischen Schlösser- und Seenverwaltung an eine Nutzergemeinschaft privat verpachtet, die das Gebäude als Feriendomizil nutzt.

Die Offenländer der Insel werden landwirtschaftlich genutzt. Die letzten ca. 50 Jahre wurden diese ausschließlich durch Rinder der Rasse Fleckvieh beweidet und zur Einstreu- und Winterfuttergewinnung gemäht. Den Winter über wurden die Tiere im Stall gehalten. (Frau Gabler, 2010, mündlich)

2005 wurde die Weidewirtschaft (Kühe) vom Inselbauern (Familie Gabler) aus Altersgründen aufgegeben (Walter Frisch, 2010, mündlich). Seitdem lebt die „Auerochsen“ - Herde der Familie Frisch auf der Wörth, um die Flächen vor dem Verbuschen zu bewahren. Ein Elektrozaun soll verhindern, dass sich die Tiere im Winter auf den zugefrorenen See begeben, und dass sie in den Staatswald gehen, welcher durch das Forstamt Murnau verwaltet wird. Nur die Waldränder sind für die „Auerochsen“ zugänglich. Zunächst sollten auch die Wälder mit in die den Rindern zur Verfügung stehenden Flächen aufgenommen werden. Dies wurde allerdings seitens der Forstverwaltung abgelehnt.

3.3.2.1.2 Bodenformation und Vegetation

Die Insel Wörth im Staffelsee (Oberbayern) befindet sich in der Jungmoränenlandschaft des Ammer-Loisach-Hügellandes, das sich nördlich des Murnauer Molasserückens erstreckt (Mertens, 2006).

Der Staffelsee (ca. 650 m über NN) ist ein Toteissee aus der Würmeiszeit und befindet sich in der Murnauer Mulde, einem Molassetrog, der sich im Zuge der Alpenaufaltung bildete. Durch starke Tiefenerosion entstand während der eiszeitlichen Vergletscherung und tektonischen Senkungen das Staffelseebecken, das sich nach dem Abschmelzen der Gletscher mit Wasser füllte (ABSP, Entwurf).

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

Die Inseln des Staffelsees sind Reste von Molasserücken, in deren Senken auf den einzelnen Inseln Moränenmaterial abgelagert ist (Mertens, 2006). Die Molasse, hier aus Konglomerat des Oberoligozän, ist kalkig gebunden und wird als alpiner Nagelfluh bezeichnet (Liedtke und Marcinek, 2002). Die steilen Bereiche der Molasserücken sind mit mäßig frischen flachgründigen Kieslehmen bedeckt (Mertens, 2006). Nach Kraus (1988) haben flachere Hangpartien und Unterhänge höhere, humusreiche und frische Kieslehmauflagen. Die Verlandungsufer und eine grundwassernahe Senke sind durch anmoorige Böden bis Moorböden geprägt.

Nach Walentowski et al. (2001) besteht die natürliche Waldzusammensetzung aus Bergmischwäldern mit den Hauptbaumarten Buche, Tanne, Fichte, Esche und Schwarzerle. Edellaubhölzer kommen örtlich hinzu. Als heutige potentielle natürliche Vegetation treten aufgrund des hohen Basenangebotes und der hohen Niederschläge Kalk-Buchenwälder auf. Erlendominierte Wälder stocken als heutige potentielle natürliche Vegetation in feuchten bis nassen Bereichen (Mertens, 2006).

Nutzungsbedingt ist die Insel Wörth durch ein Mosaik verschiedener Wald- und Offenlandtypen geprägt. Außerdem sind viele kleinflächige, lineare und punktförmige Gehölzstrukturen vorhanden. Ohne anthropogenen Einfluss wäre die Insel heute komplett bewaldet. Durch die landwirtschaftliche Nutzung hat sich die Insel jedoch von einer reinen Naturlandschaft zu einer Kulturlandschaft gewandelt. Diese ist mit ihrer Strukturvielfalt durch eine höhere Artenanzahl geprägt als ein reiner Wald (natürlich) oder eine Agrarlandschaft (naturfern) (Mertens, 2006).

Von 39 ha Gesamtfläche der Insel sind 20,4 ha Wald, 12,8 ha Offenland, 5,2 ha Hecken, Feldgehölze und Alleen und 0,6 ha Gebäude mit umgebendem Rasen und Garten.

Mertens (2006) hat folgende Vegetationstypen kartiert:

Wald:

Typ I	Buchenwälder – präalpine Buchenmischwälder (<i>Fagion</i>) (3,7 ha)
Typ II	Präalpine Buchenmischwälder mit Fichtenbeteiligung (<i>Fagion</i>) (5,9 ha)
Typ III	Fichtenforsten mit Buchenverjüngung (4,4 ha)
Typ IV	reine Fichtenforste ohne Buchenverjüngung (0,6 ha)
Typ V	Erlensumpfwälder (<i>Alno-Ulmion</i>) (5,8 ha)

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

Offenland:

Typ I	Flachmoorgesellschaften (0,9 ha)
Typ II	Sumpfdotterblumenwiesen und feuchtes Intensivgrünland (1,6 ha)
Typ III	artenreiches Wirtschaftsgrünland (<i>Arrhenaterion</i> , trockener Flügel) (9,8 ha)
Typ IV	Landröhricht (0,5 ha)

Waldränder:

Waldrand zu Wasserrändern

Waldrand zu Offenland

Hecken:

Hochhecke (0,8 ha)

Baumhecke (2,5 ha)

Baumgruppen/Feldgehölze: (1,3 ha)

Alleen: (0,4 ha)

Solitärbäume: (76 Stück)

Eine Auflistung der in den einzelnen Vegetationstypen vorkommenden Baum- und Pflanzenarten befindet sich in den Tabellen A 1 bis A 8 im Anhang.

3.3.2.1.3 Klima

Um Murnau herum weist das Lokalklima eine mittlere Jahrestemperatur von 7°C auf (ABSP, Entwurf). Juli ist der wärmste Monat des Jahres mit einer durchschnittlichen Höchsttemperatur von 25 °C und einer durchschnittlichen Tiefsttemperatur von 13°C. Januar ist der kälteste Monat des Jahres mit einer durchschnittlichen Höchsttemperatur von 1°C und einer durchschnittlichen Tiefsttemperatur von -7°C (holidaycheck, 2011). Kleinklimatisch geht Kraus (1988) von einer ausgleichenden Wirkung des Sees aus, die die Gefahr von Früh- und Spätfrösten mindert. So liegt die durchschnittliche Tiefsttemperatur im November und März bei 0°C. Lediglich im

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

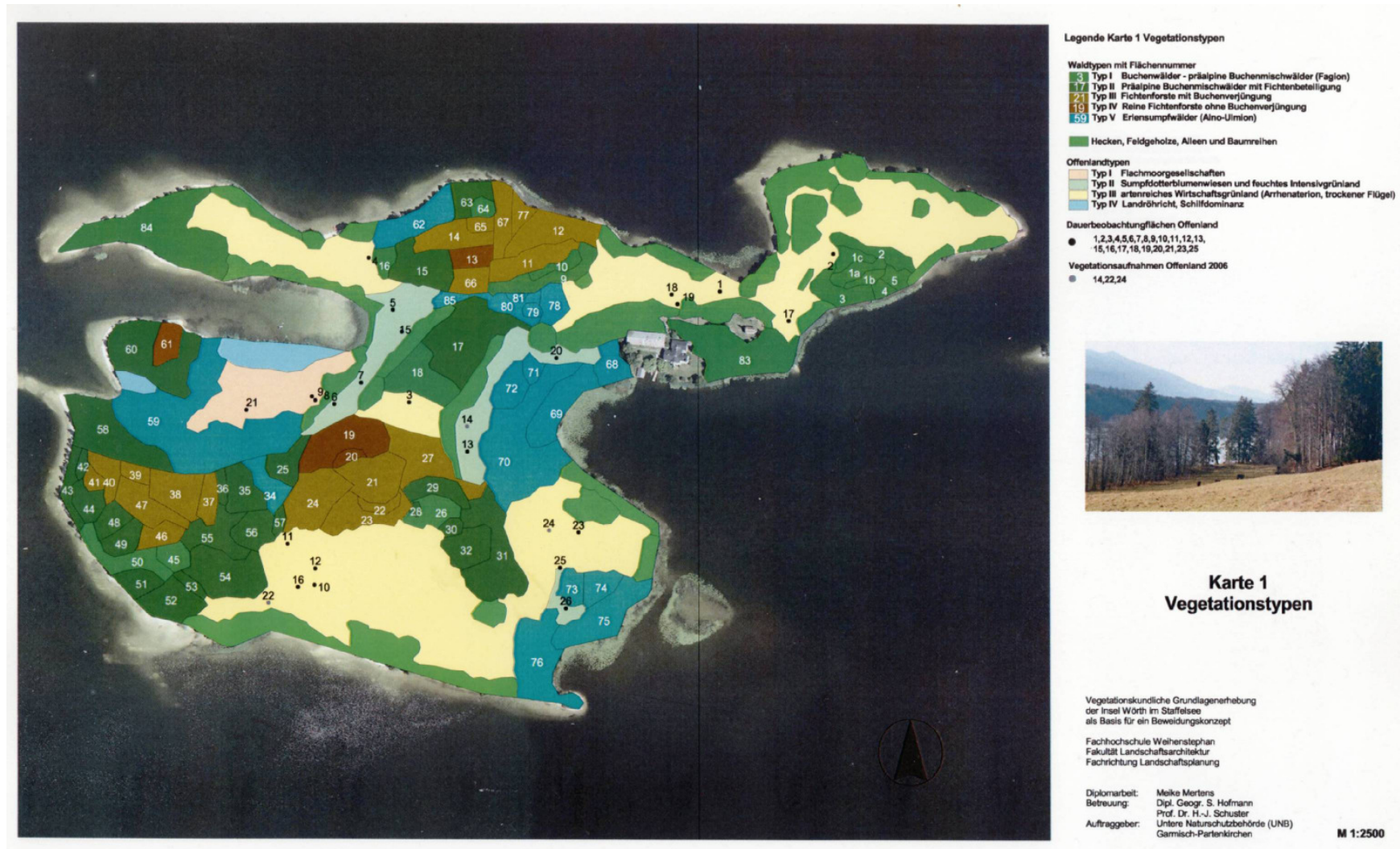
Januar und Februar liegen die mittleren Tiefsttemperaturen im Minusbereich (Januar -7°C, Februar -5°C) (holidaycheck, 2011).

Die Jahresniederschläge sind hoch. Sie betragen zwischen 1200 und 1300 mm. Vielfach kommt es zu starken Gewitterregen (Mertens, 2006). Der März hat im Mittel 11 Regentage. Im Gegensatz zu diesem sonst trockenen Monat regnet es im Juni und Juli an durchschnittlich 19 Tagen (holidaycheck, 2011).

Mertens (2006) schreibt, dass einem Gutachten des Deutschen Wetterdienstes aus dem Jahr 1980 zu entnehmen ist, dass in Murnau an durchschnittlich 98 Tagen im Jahr eine geschlossene Schneedecke liegt. Durch das ausgleichende Klima des Staffelsees wird auf der Wörth eine leicht geringere Anzahl an Tagen mit geschlossener Schneedecke angenommen.

Weiterhin schreibt Mertens (2006), dass der Einfluss der Klimaerwärmung seit 1990 deutlich wird. Die Tendenz geht zu mehr winterlichen Niederschlägen bei höheren Temperaturen. Dies führte in den letzten Jahren zu mehr Schneefall, allerdings bei Temperaturen um 0°C und nicht wie früher bei -3°C bis -4°C (bei geringeren winterlichen Niederschlägen). Steigen die Temperaturen weiter an, werden die Tage mit geschlossener Schneedecke dementsprechend stark abnehmen. Die Verteilung einer geschlossenen Schneedecke ist bestandsklimatisch von Interesse. In immergrünen Nadelwäldern ist die Schneedecke niedriger als im Offenland oder unbelaubten Laubwald, bleibt allerdings durch Beschattung länger liegen (Ellenberg, 1996). Auf der Insel Wörth ist dies bei mindestens 5 ha der Fall (siehe Anhang Karte A 3 - Waldtypen, fichtenbetonte Flächen). Teilweise liegen die Nadelforste sogar auf der Nordseite der Molasserücken, was den Effekt der Beschattung zusätzlich verstärkt (Mertens, 2006).

3.3.2.1.4 Karte der Insel Wörth



Karte 3-1: Insel Wörth, Vegetationstypen; aus: Mertens (2006)

3.3.2.2 Naturschutzgebiet (NSG) „Ruhraue Hattingen-Winz“

3.3.2.2.1 Allgemeines

Das Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ liegt südlich des Ruhrgebiets auf dem Gebiet der Stadt Hattingen und erstreckt sich als ehemaliges Wassergewinnungsgelände in der Ruhrschleife Winz-Baak parallel zum Flussverlauf der Ruhr auf einer Fläche von ca. 120 ha. Im Osten wird das Gebiet von einer Eisenbahntrasse, im Westen von der Ruhr begrenzt. Im Süden umgeben schwach- bis steilhangige Waldgebiete die Auenlandschaft.

Bis Mitte 2003 wurde das Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ durch drei landwirtschaftliche Betriebe genutzt. Diese führten in unterschiedlichen Pachtverhältnissen „Auerochsen“-Beweidung, Schafbeweidung (Beweidung insgesamt ca. 43,2 ha) und Wiesenmähd (ca. 14,3 ha) durch. Im Norden des Naturschutzgebietes wurde ein Teil der Fläche nicht bewirtschaftet (ca. 57,3 ha) (Biologische Station im Ennepe-Ruhr-Kreis, 2008).

Im Juli 2003 wurden die landwirtschaftlichen Nutzungen neu geregelt. Die Bewirtschaftung wurde auf die gesamte Naturschutzfläche ausgedehnt. Die „Auerochsen“-Herde wurde auf ca. 50 Tiere aufgestockt, sodass ein Bestand von ca. 0,5 GVE/ha erzielt wurde. Nach Aussagen der Biologischen Station im Ennepe-Ruhr-Kreis (2008) ist darauf zu achten, dass die Anzahl der „Auerochsen“ nicht die vorgeschriebenen 0,5 GVE/ha übersteigt, da sonst die Gefahr großer Trittschäden besteht und die Fläche überweidet würde.

Die Beweidung durch die „Auerochsen“ wurde auf die Brachfläche und ca. 2/3 der ehemaligen Wiesenfläche ausgedehnt. Eine Ersatzwiesenfläche wurde im Südteil des Gebietes im Innenbogen des Filterkanals eingerichtet. Früher weideten hier „Auerochsen“ und Schafe. Die Schafbeweidung wurde im Frühsommer 2003 aufgegeben. Heute werden 71,5 ha der gesamten Fläche des Naturschutzgebietes „Ruhraue Hattingen-Winz“ beweidet und 12 ha gemäht (Biologische Station im Ennepe-Ruhr-Kreis, 2008).

Seitdem die „Auerochsen“ die Flächen der „Ruhraue Hattingen-Winz“ beweideten, nahm das illegale Spazieren gehen und Hundeausführen ein Ende. Diese hatten negative Auswirkungen auf die Vegetation und vor allem auf die dort ansässigen Brutvögel, vor allem Wiesenbrüter (NABU Ennepe-Ruhr-Kreis, 2011). In Zukunft sollen sich die Flächen ungestört entwickeln.

3.3.2.2.2 Bodenformation und Vegetation

Großräumig befindet sich das Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ im Übergang zwischen dem bergisch-sauerländischen Gebirge und der Westfälischen Tieflandsbucht. Der Bereich des Ruhrtales stellt den nördlichen Ausläufer des niederbergisch-märkischen Hügellandes dar (Biologische Station im Ennepe-Ruhr-Kreis, 2008). Das Niederbergische Hügelland ist im Untergrund von paläozoischen Gesteinen aufgebaut und bildet den nordwestlichen Ausläufer des rechtsrheinischen Schiefergebirges (Woike und Woike, 1988). Nach Woike und Woike (1988) bestimmen im wesentlichen harte devonische Kalke (Massenkalk) im Wechsel mit weniger verwitterungsbeständigen feinsandigen und z. T. kalkhaltigen Schiefern die Ausbildung des Reliefs.

Das Ruhrtal einschließlich seiner Terrassen bildet eine eigene naturräumliche Einheit und ist in die Hochflächen des nördlichen Schiefergebirges eingesenkt (Bürgener, 1969; Biologische Station im Ennepe-Ruhr-Kreis, 2008).

Die Uferbewachsung der Ruhr reicht von Hochstauden, Neophytenbeständen über streckenweise vorgelagertem Röhricht und einzelnen Erlen, Strauch- und Baumweiden bis hin zu halbwegs geschlossenen, größeren Ufergehölzgruppen, die zum Teil aus alten Eschen und Eichen bestehen (NABU Ennepe-Ruhr-Kreis, 2011). Zu den wichtigsten hier vorkommenden Neophyten zählen der Riesenbärenklau (*Heracleum mantegazzianum*) und das Indische Springkraut (*Impatiens glandulifera*). Diese beiden Arten bilden bevorzugt in der Umgebung der Ruhr auf den mit Steinsatz in Großblockbauweise gesicherten Ufern große Bestände aus (Biologische Station im Ennepe-Ruhr-Kreis, 2008). Man findet diese Pflanzen aber auch in größerer Anzahl an und in den ehemaligen Wasseraufbereitungsbecken. Die Becken, die eine Betonschalung aufwiesen, wurden umgestaltet und der Beton bis auf wenige Ausnahmen entfernt. So konnten Flachwasserteiche mit eingelagerten Inselbereichen entstehen, in und an denen sich eine ausgedehnte Gewässer- und Ufervegetation entwickelt hat. Weit verbreitet sind Eschen (*Fraxinus excelsior*), Bruchweide (*Salix fragilis*), Ohrweide (*Salix aurita*) und Salweide (*Salix caprea*). Im nördlichen Bereich des Naturschutzgebietes sind auch Birkenbeimischungen (Hänge-Birke (*Betula pendula*) und Moor-Birke (*Betula pubescens*)) vorhanden.

Von 84 ha Gesamtfläche, die den „Auerochsen“ zur Verfügung stand, sind 70,9 ha Grünland und 13,1 ha nehmen die ehemaligen Wasseraufbereitungsbecken (Feldgehölze und Hecken) in Anspruch (siehe auch Karte 3-2).

3.3.2.2.3 Klima

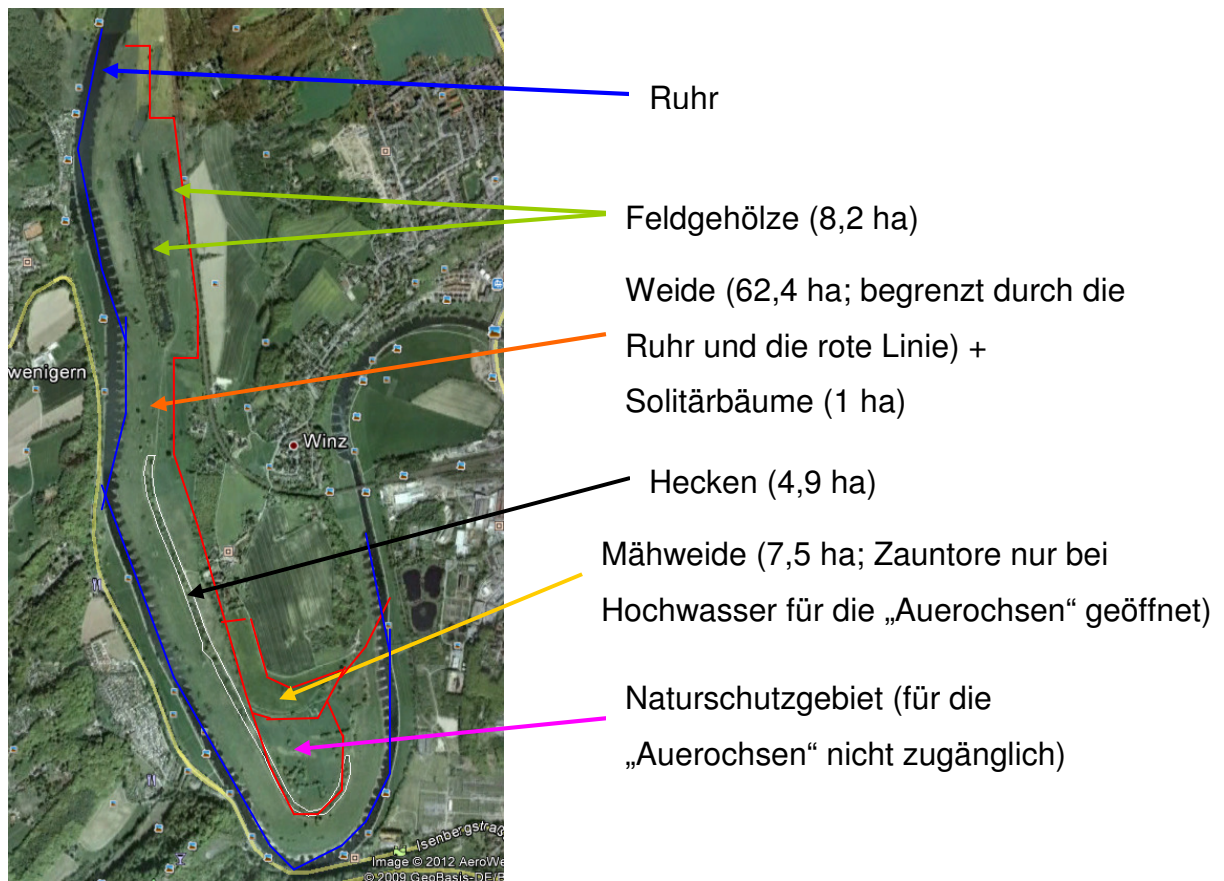
Das Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ liegt im nordwestdeutschen Klimabereich (LANUV NRW, 2013; Umwelt NRW, 2013). Durch die reliefbedingte Öffnung in Richtung Nordsee ist das Klima ozeanisch geprägt. Überwiegend westliche Windströmungen tragen feuchte Luftmassen heran. Im Allgemeinen führt dieses maritime, subatlantisch geprägte Klima zu mäßig warmen und feuchten Sommern und relativ milden und schneearmen Wintern.

Die niederschlagsreichsten Monate sind mit durchschnittlich 19 Tagen pro Monat November, Dezember und Januar. März, Mai und Juni sind mit durchschnittlich 14 Regentagen pro Monat die niederschlagsärmsten Monate (Sonnenländer, 2011). In Wuppertal, an das Hattingen grenzt, fallen im Jahresmittel ca. 1150 mm Niederschlag.

Juli und August sind Hattingens wärmste Monate. Deren durchschnittliche Maximaltemperatur beträgt 21 °C und die Minimaltemperatur 13 °C. Januar ist der kälteste Monat mit einer durchschnittlichen Maximaltemperatur von 4 °C und einer durchschnittlichen Minimaltemperatur von -1 °C (Sonnenländer, 2011). Während sechs Monaten (Mai-Oktober) liegt die mittlere Durchschnittstemperatur über 10 °C.

Die mittlere jährliche Sonnenscheindauer liegt mit 1430 Stunden etwas unterhalb des deutschen Mittelwertes von 1550 Stunden (Sonnenländer, 2011). Nach Sonnenländer (2011) scheint von Mai bis August an durchschnittlich sechs Stunden pro Tag die Sonne. Im Dezember und Januar beträgt die mittlere Sonnenscheindauer lediglich eine Stunde pro Tag. Bis auf die Gefahr von Starkregenfällen und Spätfrösten hat die natürliche Vegetation bei diesen Klimamerkmale sehr günstige Wachstumsbedingungen.

3.3.2.2.4 Karte des Naturschutzgebietes „Ruhraue Hattingen-Winz“



Karte 3-2: Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ (aus: Google Earth, letzter Zugriff: 24.05.2012)

3.3.3 Material und Methoden

3.3.3.1 Zeitplan der Freilanduntersuchungen

3.3.3.1.1 Wörth

Auf der Insel Wörth gab es zwei Beobachtungsperioden. Um einen Einblick in die jahreszeitliche Aktivität, Habitatnutzung und Ernährung der „Auerochsen“ zu erhalten, lag die erste Phase im Winter (24.11. - 02.12.2009) und die zweite Phase im Spätfrühling (25.05. - 02.06.2010).

Während der ersten Phase lagen die Beobachtungen im Zeitraum von 8 - 17 Uhr und im Spätfrühling 2010 von 5.30 - 21 Uhr. Grundsätzlich wurde bei Tageslicht und mehrere Stunden am Stück beobachtet. Die Dauer der Beobachtungszeiträume war witterungsabhängig. Die Beobachtungsblöcke wechselten täglich, sodass jedes Tier im gesamten Untersuchungszeitraum mehrmals während der einzelnen Tageszeiten erfasst werden konnte. Starteten die Beobachtungen im Morgengrauen, so lagen noch fast alle Tiere bzw. die ersten „Auerochsen“ standen gerade erst auf. Die „Auerochsen“ waren auch an der Stelle zu finden, wo sie am Abend zuvor während der Dämmerung zuletzt beobachtet wurden. Am Abend wurden Daten bis zum Anbruch der Dunkelheit aufgenommen.

Tab. 3-3: Beobachtungszeiten Insel Wörth

Beobachtungszeitraum	Anzahl der Tagesstunden	Anzahl der Beobachtungsstunden je Tier
24.11. - 02.12.2009	9 h (8 - 17 Uhr)	56,5
25.05. - 02.06.2010	15,5 h (5.30 - 21 Uhr)	62

3.3.3.1.2 Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“

Im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ gab es vier Beobachtungsphasen. Die erste Phase lag im späten Winter (01.03. - 04.03.2010), die zweite Phase im Frühling (26.04. - 29.04.2010), die dritte Phase im Sommer (23.08. - 26.08.2010) und die vierte Phase im späten Herbst (02.11. - 04.11.2010). Diese Aufteilung der Beobachtungsperioden gibt einen Einblick in die jahreszeitliche Aktivität, Habitatnutzung und Ernährung der „Auerochsen“.

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

Im späten Winter lagen die Beobachtungen im Zeitraum von 7.30 - 17.30 Uhr, im Frühling von 6.30 - 21 Uhr, im Sommer von 6.30 - 20.30 Uhr und im späten Herbst von 7.30 - 17 Uhr. Genau wie auf der Insel Wörth wurde bei Tageslicht und mehrere Stunden am Stück beobachtet, wobei die Beobachtungszeiträume witterungsabhängig waren. Die Beobachtungsblöcke wechselten täglich, sodass jedes Tier im gesamten Untersuchungszeitraum mehrmals während der einzelnen Tageszeiten erfasst werden konnte. Im Morgengrauen waren die „Auerochsen“ im selben Bereich des Naturschutzgebietes zu finden, in dem sie am Abend zuvor während der Dämmerung zuletzt beobachtet wurden.

Tab. 3-4: Beobachtungszeiten Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“

Beobachtungszeitraum	Anzahl der Tagesstunden	Anzahl der Beobachtungsstunden je Tier
01.03. - 04.03.2010	10 h (7.30 - 17.30 Uhr)	17
26.04. - 29.04.2010	14,5 h (6.30 - 21 Uhr)	29
23.08. - 26.08.2010	14 h (6.30 - 20.30 Uhr)	28
02.11. - 04.11.2010	9,5 h (7.30 - 17 Uhr)	19

3.3.3.2 Abiotische Faktoren

In beiden Untersuchungsgebieten wurden alle 15 Minuten die Lufttemperatur und Luftfeuchte mit einem Temperatur-Feuchtemessgerät (H 560 Dew Point Pro) und die Windgeschwindigkeit mit einem Windmessgerät (Windmaster 2, Kaindl electronic) aufgenommen. Außerdem wurden stündlich Notizen zur Witterung und zum Bewölkungsgrad notiert. Für die einzelnen Untersuchungszeiträume wurden die Mittelwerte und Standardabweichungen der Lufttemperatur und Luftfeuchte berechnet.

3.3.3.3 Aktivitätsbudget

Nach der Methode des scan samplings mit der Aufzeichnungsmethode des time samplings (Martin und Bateson, 2007) wurden alle fünf Minuten die Aktivitäten Fressen, Fressen/Ziehen, Ziehen, Ruhen stehend, Ruhen liegend normal, Ruhen liegend Kopf eingedreht, Ruhen liegend flach, Wiederkäuen stehend, Wiederkäuen liegend, Außer Sicht, Leckstein und Sonstiges aufgenommen. Zu „Sonstiges“ zählen

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

alle anderen Aktivitäten der Tiere, z. B. Saufen, Flucht, Sozialkontakt und das Saugen der Kälber. Im Anhang werden weitere Erklärungen zu den einzelnen Aktivitäten gegeben (Kapitel 9.1). Die gesammelten Daten wurden in vorbereitete Stundenprotokollbögen (siehe Anhang Kapitel 9.3) eingetragen und später ausgezählt. Für Hattingen wurde der prozentuale Anteil der einzelnen Aktivitäten für das mittlere Tier, für die beiden Kühe mit Kalb, für die beiden Kühe ohne Kalb und für den Bullen (Tab. 3-2) ermittelt. Auf der Insel Wörth fand eine Unterteilung in Kühe, Färsen und Kälber statt (Tab. 3-1). Für diese drei Gruppen und für das mittlere Tier wurde der prozentuale Anteil der einzelnen Aktivitäten ermittelt. Bei der Auswertung wurden „Ruhen liegend normal“, „Ruhen liegend Kopf eingedreht“ und „Ruhen liegend flach“ zu „Ruhen liegend“ zusammengefasst.

3.3.3.4 Habitatnutzung

Der Aufenthaltsort der Fokustiere im entsprechenden Vegetationstyp wurde alle fünf Minuten nach der scan sampling Methode mit der Aufzeichnungsmethode des time samplings (Martin und Bateson, 2007) in vorbereitete Stundenprotokollbögen (siehe Anhang Kapitel 9.3) eingetragen. Später wurden die Daten ausgezählt, die prozentualen Anteile der Pflanzengesellschaften am Aufenthaltsgebiet ermittelt und die prozentualen Anteile der Pflanzengesellschaftsnutzungen errechnet. Aus diesen Ergebnissen wurde für jede Pflanzengesellschaft der Präferenzindex P_i (nach Ivlev, 1961; Jacobs, 1974; Obst und Scheibe, 2001) berechnet:

$$P_i = (r - p) / (r + p)$$

wobei: P_i = Präferenzindex
 r = prozentuale Nutzung der Pflanzengesellschaft
 p = prozentualer Flächenanteil der Pflanzengesellschaft am Aufenthaltsgebiet

Dabei bedeutet: $P_i = 0$ die Pflanzengesellschaft wird weder gemieden noch bevorzugt

$P_i = -1$ oder ≈ -1 die Pflanzengesellschaft wird gemieden

$P_i = 1$ oder ≈ 1 die Pflanzengesellschaft wird präferiert

Für die Insel Wörth wurde die Kartierung nach Mertens (2006) übernommen (siehe Kapitel 3.3.2.1.2 und siehe Anhang Karten A 2 bis A 5). Die von den „Auerochsen“ genutzte Fläche des Naturschutzgebietes „Ruhraue Hattingen-Winz“ wurde vom Autor in Vegetationstypen untergliedert und die Flächengrößen unter Zuhilfenahme von Google Earth Path (v1.4.4a; Februar 2009) bestimmt (siehe Anhang Karte A 1). Zeitweise waren bei beiden Untersuchungsgebieten nicht alle Pflanzengesellschaften für die „Auerochsen“ zugänglich. So gab es im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ eine eingezäunte Mähweide, deren Zaun nur bei Hochwassergefahr geöffnet wurde, sodass die Tiere dort Zuflucht finden konnten. Auf der Insel Wörth hingegen waren im Mai/Juni mehrere Pflanzengesellschaften ausgezäunt. Erst nach der Heuernte im August standen den „Auerochsen“ wieder alle Flächen der Insel zur Verfügung.

3.3.3.5 Futterpflanzen und Futterproben

In beiden Untersuchungsgebieten wurden von allen gefressenen, und von häufig vorkommenden, aber nicht genutzten Pflanzenarten bzw. Früchten (z. B. Bucheckern, Hagebutten), Futterproben gesammelt. Beim Gras wurde darauf geachtet, dass in verschiedenen Bereichen der Gebiete Proben gezogen wurden, die auch getrennt untersucht wurden. Weil im März noch kein Vegetationswachstum stattfand, wurden und konnten in Hattingen aufgrund der extrem kurzen Grasnarbe keine Grasproben gesammelt werden. Die Futterproben wurden im Labor der Raiffeisen Rhein-Ahr-Eifel Handelsgesellschaft mbH in Ormont nach VDLUFA (2007) auf ihren Futterwert analysiert. Die Trockenmasse wurde nach Methode 3.1, die Rohasche nach Methode 8.1 und das Rohfett nach Methode 5.1.1 bestimmt. Der Stickstoff- und Rohproteingehalt wurde nach der Dumas-Verbrennungsmethode (VDLUFA (2007), Methode 4.1.2; Analysengerät: elementar vario Macro, Elementar Analysensysteme GmbH, Hanau) bestimmt. Der Faktor nach Mulder von 6,25 wurde benutzt, um aus der Stickstoff-Konzentration die Rohprotein-Konzentration errechnen zu können (Laser, 2005). Es gilt:

$$XP = N \cdot 6,25$$

wobei: XP = Rohprotein [g/kg TM bzw. %]
 N = Stickstoff [g/kg TM bzw. %]
 6,25 = Proteinumrechnungsfaktor

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

NDFom (neutral detergent fibre bzw. Neutral-Detergenzien-Faser) und ADFom (acid detergent fibre bzw. Säure-Detergenzien-Faser) wurden nach Methode 6.5.1 bzw. 6.5.2, mit einem Gerhardt fibre bag System (C. Gerhardt GmbH & Co. KG, Königswinter) bestimmt. Die Werte wurden um die Restasche korrigiert.

Der Rohfasergehalt wurde nach dem WEENDER-Verfahren (Methode 6.1.2) mit einem Gerhardt fibre bag System (C. Gerhardt GmbH & Co. KG, Königswinter) bestimmt.

Die verdauliche organische Substanz (DOM, digestible organic matter) wurde über den ELOS-Test (Methode 6.6.1) gemessen und geschätzt.

Verdauliche organische Substanz (nach Weißbach et al., 1999):

$$\text{DOM} = 100 - ((940 - \text{XA} - 0,62 * \text{EULOS} - 0,000221 * \text{EULOS}^2) / (1000 - \text{XA}))$$

wobei: DOM = verdauliche organische Substanz [%]
 XA = Rohasche [g/kg TM]
 EULOS = enzymunlösliche organ. Substanz [g/kg TM]

Die umsetzbare Energie (ME) der Kräuter, Blätter, Baum- und Hagebuttenfrüchte wurde mit einer Schätzgleichung auf Basis Rohnährstoffe (nach Aiple, 1999) berechnet:

$$\text{ME} = 9,21 - 0,00619 * \text{XF} - 0,00831 * \text{XA} + 0,01350 * \text{XP}$$

wobei: ME = umsetzbare Energie [MJ/kg TM]
 XF = Rohfaser [g/kg TM]
 XA = Rohasche [g/kg TM]
 XP = Rohprotein [g/kg TM]

Die umsetzbare Energie (ME) aller übrigen Futterproben (Silage, Gras, Gräser) wurde mit einer Schätzgleichung auf Basis ELOS (GfE, 2008) berechnet:

$$\text{ME} = 5,51 + 0,00828 * \text{ELOS} - 0,00511 * \text{XA} + 0,02510 * \text{XL} - 0,00392 * \text{ADFom}$$

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

wobei: ME = umsetzbare Energie [MJ/kg TM]
ELOS = enzymlösliche organische Substanz [g/kg TM]
XA = Rohasche [g/kg TM]
XL = Rohfett [g/kg TM]
ADFom = Säure-Detergenzien-Faser [g/kg TM]

Eine Übersicht aller Einzelanalysenergebnisse (Trockenmasse, Rohnährstoff- und Mineralstoffgehalte) und derer Methoden befindet sich im Anhang (Tab. A 12 bis Tab. A 17). Hier sind auch zusätzlich die Ergebnisse der umsetzbaren Energie (ME) nach Aiple (1999) der Silage, des Grases und der Gräser angegeben.

Nach der scan sampling Methode mit der Aufzeichnungsmethode des time samplings (Martin und Bateson, 2007) wurde in jedem Untersuchungsgebiet minütlich von fünf Fokustieren (Insel Wörth: Efra, Nadia, Erni, Noelle, Nuria; Hattingen: Tier 1, 2, 3, 4, 5) die Nutzung der jeweiligen Pflanzenart in vorbereitete Stundenprotokollbögen (siehe Anhang Kapitel 9.3) eingetragen. Später wurde die prozentuale Nutzungshäufigkeit der einzelnen Pflanzenarten berechnet. Weideten die „Auerochsen“ auf Offenland, so wurde lediglich der Offenlandtyp aufgenommen. Die gefressenen Gräser und Kräuter wurden nicht unterschieden. So konnten auch die einzelnen Arten der Kategorie "Sträucher" nicht unterschieden werden. Weil die Zusammensetzung dieser gefressenen Blätter nicht bekannt ist und der Anteil an der gesamten Futterpflanzennutzung auch weniger als 2 % beträgt, wurden hiervon keine Proben gesammelt und analysiert. Pflanzen, die lediglich einmal von einem Tier zu einem Anteil von weniger als 0,1 % gefressen wurden, wurden auch nicht gesammelt und analysiert.

3.3.3.6 Statistische Analysen

Die statistischen Analysen wurden mit PASW 18.0 (SPSS Inc. Chicago, IL) durchgeführt. Die während der Beobachtungsphasen aufgenommenen Werte wurden mit einer zweifaktoriellen Univariate Analysis of Variance (ANOVA) analysiert. Abhängige Variablen waren die während der einzelnen Beobachtungsphasen aufgenommenen Werte zum Aktivitätsbudget, zur Habitatnutzung und zur Nahrungszusammensetzung. Unabhängige Variablen waren das Gebiet (Wörth; Hattingen) und die Jahreszeit (Frühjahr/Sommer (Wörth: Mai/Juni; Hattingen: Mittelwert von April und August) und Spätherbst/Winter (Wörth: November/Dezember; Hattingen: November); die März-Datenaufnahme wurde wegen der Zufütterung von Silage nicht mit in diese statistische Datenanalyse einbezogen). Die Zusammenhänge wurden mit folgendem Modell analysiert:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha * \beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

wobei: Y_{ijk} = beobachteter Effekt
 μ = Populationskonstante; gleich für alle Beobachtungen
 α_i = Effekt des Gebiets (Wörth; Hattingen)
 β_j = Effekt der Saison (Frühjahr/Sommer; Spätherbst/Winter)
 $(\alpha * \beta)_{ij}$ = Interaktion zwischen Gebiet und Saison
 ε_{ijk} = Restfehler

Die abhängigen Variablen „Anteil Liegen an Ruhen“ und „Anteil Stehen an Ruhen“ wurden für die statistischen Analysen als Anteile Liegen bzw. Stehen in Prozent der Ruhezeit während der Beobachtungszeit (entspricht den Tagesstunden) angegeben. Die abhängigen Variablen „aktiv“ und „fressen“ wurden als Stunden pro 24 Stunden angegeben (die Tiere wurden zwischen Sonnenauf- und Sonnenuntergang beobachtet und hielten sich morgens an derselben Stelle auf, an der sie am Abend zuvor verlassen wurden; es wird davon ausgegangen, dass in der Nacht keine nennenswerten Fressphasen stattfanden). Bei „aktiv“ wurden die Verhaltensweisen „Fressen“, „Ziehen“, „Leckstein“, „Sonstiges“ und „Außer Sicht“ zusammengefasst. Bei der Habitatnutzung wurden die detaillierten Kategorien zu Obergruppen zusammengefasst („Offenland“: Offenland Typ 1-4, Weide; „Wald“: Wald Typ 1-5; „Waldrand“: Waldrand zu Wasserrändern, Waldrand zu Offenland; „Feldgehölze“:

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

Baumgruppen/Feldgehölze, Feldgehölze, Hochhecke, Baumhecke, Hecke, Allee, Baumreihe, Solitärbaum). Bei den Ernährungskomponenten wurden die Futterpflanzen in den Kategorien „Gras“, „Laub/Gehölze“ und „Baumfrüchte“ zusammengefasst.

Die abhängigen Variablen „Wald“, „Waldrand“ und „Baumfrüchte“ wurden nur für die Insel Wörth geprüft, weil diese im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ nicht vorhanden waren. Die Effekte wurden als signifikant betrachtet, wenn $p < 0,05$ und als hochsignifikant, wenn $p < 0,001$ war.

3.4 Ergebnisse

3.4.1 Klimaparameter

Folgende Tabellen 3-5 und 3-6 geben die Mittelwerte und Standardabweichungen der Lufttemperatur und Luftfeuchte der Insel Wörth und des Naturschutzgebietes „Ruhraue Hattingen-Winz“ für die entsprechenden Untersuchungszeiträume an.

Tab. 3-5: Mittelwerte der Lufttemperatur und Luftfeuchte der Insel Wörth

	MW Lufttemperatur [°C] ± SD	MW Luftfeuchte [%] ± SD
Nov/Dez 2009	8,4 ± 3,73	66,3 ± 16,97
Mai/Juni 2010	14,5 ± 5,24	73,8 ± 16,06

Tab. 3-6: Mittelwerte der Lufttemperatur und Luftfeuchte des Naturschutzgebietes „Ruhraue Hattingen-Winz“

	MW Lufttemperatur [°C] ± SD	MW Luftfeuchte [%] ± SD
März 2010	3,7 ± 2,13	72,9 ± 12,38
April 2010	17,1 ± 5,48	58,2 ± 17,29
August 2010	19,9 ± 3,19	69,1 ± 10,87
November 2010	13,0 ± 1,97	81,3 ± 5,87

3.4.2 Aktivitätsbudget

3.4.2.1 Aktivitätsbudget der Wörther „Auerochsen“

Der prozentuale Anteil der einzelnen Aktivitäten für die Gruppen der Kühe (n = 5), Färsen (n = 5) und Kälber (n = 3) ist in Tab. 3-7 und für das Mittlere Tier (n = 13) in Abb. 3-6 für beide Beobachtungszeiträume (Nov/Dez 2009 und Mai/Juni 2010) dargestellt. Tabelle 3-1 kann man entnehmen, welches Tier zur Gruppe der Kühe, Färsen bzw. Kälber gehört. Die Beobachtungszeiten kann man Tab. 3-3 entnehmen. Die mit der Methode des scan sampling (Martin & Bateson 2007) am häufigsten beobachtete Verhaltensweise betrifft „Fressen, Fressen/Ziehen“ (Tab. 3-7, Abb. 3-6). Im Nov/Dez verbringen die „Auerochsen“ mehr Zeit für die Nahrungsaufnahme als im Mai/Juni. Das Mittlere Tier verbringt im Nov/Dez 2009 66 % und im Mai/Juni 2010

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

48 % mit „Fressen, Fressen/Ziehen“. Alle übrigen Verhaltensweisen liegen im Vergleich bei oder unter 10 % (Tab. 3-7, Abb. 3-6). Im Winter ruhen die Tiere weniger und ziehen mehr umher als im späten Frühling. Außerdem legen sich die erwachsenen Tiere im Nov/Dez zum Ruhen oder Wiederkauen seltener ab. Die Kälber hingegen legen sich auch im Winter zum Ruhen oder Wiederkauen häufiger ab.

Im Spätfrühling beträgt der Anteil der Aktivität „Ziehen“ bei allen drei Gruppen 4 % (Tab. 3-7). Im Winter beträgt dieser Anteil bei den Kühen und Färsen 6 % und bei den Kälbern 7 %.

Die Aktivität „Sonstiges“ hat bei den Kühen und Kälbern einen relativ großen Anteil (Tab. 3-7). Bei beiden Gruppen ist dieser Anteil im Nov/Dez größer als im Mai/Juni. Bei den Färsen verhält es sich genau umgekehrt. Im Winter zeigen diese weniger „sonstige“ Verhaltensweisen als im Spätfrühling (Tab. 3-7).

Tab. 3-7: Aktivitätsbudget der Wörther „Auerochsen“ (Untergliederung in Gruppe der Kühe (n = 5), Färsen (n = 5) und Kälber (n = 3)) für beide Beobachtungszeiträume (Nov/Dez 2009 und Mai/Juni 2010)

Aktivitäten	Anteil der Aktivitäten in %					
	Kühe		Färsen		Kälber	
	Nov/Dez 2009	Mai/Juni 2010	Nov/Dez 2009	Mai/Juni 2010	Nov/Dez 2009	Mai/Juni 2010
Fressen, Fressen/Ziehen	63,0	47,5	72,9	48,5	60,4	49,0
Ziehen	6,34	4,27	5,75	4,33	6,74	3,63
Ruhen stehend	4,07	9,78	2,83	7,74	3,20	5,29
Ruhen liegend	3,33	9,17	2,39	9,89	6,39	10,9
Wiederkauen stehend	8,35	11,2	5,60	9,87	1,33	6,27
Wiederkauen liegend	3,78	8,52	4,72	10,0	5,26	11,3
Leckstein	0,18	1,05	0,06	0,94	0	0,22
Sonstiges	10,1	7,39	4,84	7,58	15,4	12,1
Außer Sicht	0,88	1,21	0,88	1,10	1,33	1,21

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

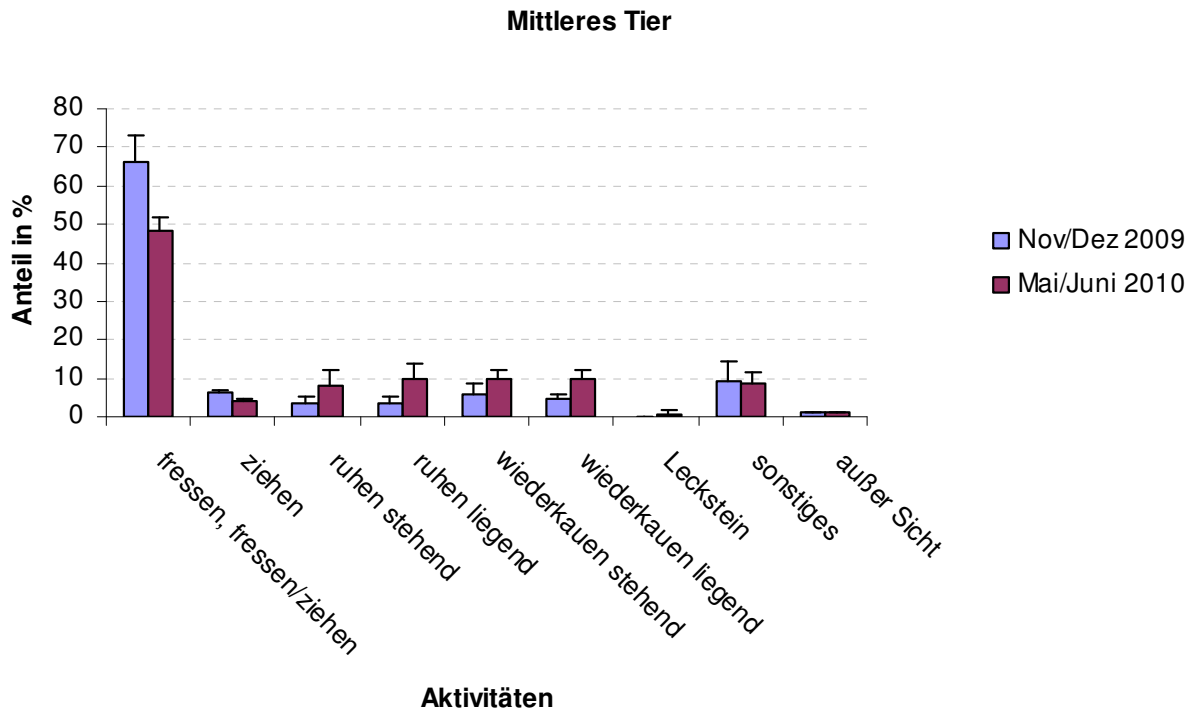


Abb. 3-6: Aktivitätsbudget mittleres Tier (n = 13) der Wörther „Auerochsen“ für beide Beobachtungszeiträume (Nov/Dez 2009 und Mai/Juni 2010) (\pm SD)

Tabelle 3-8 kann man den Anteil der aktiven Aktivitäten [h] bezogen auf 24 h der Wörther „Auerochsen“ entnehmen. Im Nov/Dez verbringen die Tiere von insgesamt neun Beobachtungs- und Tagesstunden zwischen 5,5 und 6,5 h mit „Fressen, Fressen/Ziehen“. Im Mai/Juni 2010 (15,5 Beobachtungs- und Tagesstunden) entfallen auf diese Aktivität ca. 7,5 h. Der Anteil der Aktivität „Ziehen“ ist während beider Untersuchungsphasen mit 0,5 - 0,7 h ähnlich. Im späten Frühjahr verbringen die „Auerochsen“ mehr Zeit mit der Nutzung der Lecksteine und mit der Aktivität „Sonstiges“. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Wörther „Auerochsen“ im Spätfrühling zwei bis drei Stunden aktiver sind als im Winter. Verhältnismäßig werden die Tagesstunden im Winter aber noch intensiver für die aktiven Verhaltensweisen ausgenutzt.

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

Tab. 3-8: Anteil der aktiven Verhaltensweisen [h] bezogen auf 24 h der Wörther „Auerochsen“ (Untergliederung in Gruppe der Kühe (n = 5), Färsen (n = 5) und Kälber (n = 3)) für beide Beobachtungszeiträume (Nov/Dez 2009 und Mai/Juni 2010)

aktive Aktivitäten	Anteil der Aktivitäten [h] bezogen auf 24 h					
	Kühe		Färsen		Kälber	
	Nov/Dez 2009	Mai/Juni 2010	Nov/Dez 2009	Mai/Juni 2010	Nov/Dez 2009	Mai/Juni 2010
Fressen, Fressen/Ziehen	5,67	7,35	6,56	7,52	5,43	7,60
Ziehen	0,57	0,66	0,52	0,67	0,61	0,56
Leckstein	0,02	0,16	0,01	0,15	0	0,03
Sonstiges	0,91	1,15	0,44	1,18	1,38	1,88
Außer Sicht	0,08	0,19	0,08	0,17	0,12	0,19
Gesamt aktiv	7,25	9,51	7,61	9,69	7,54	10,3

Tagesstunden: Nov/Dez 9 h; Mai/Juni 15,5 h

3.4.2.2 Aktivitätsbudget der Hattinger „Auerochsen“

Der prozentuale Anteil der einzelnen Aktivitäten für die Gruppen der Kühe mit Kalb (n = 2), Kühe ohne Kalb (n = 2) und Bulle (n = 1) ist in Tab. 3-9 und für das Mittlere Tier (n = 5) in Abb. 3-7 für alle vier Beobachtungszeiträume (März, April, August und November 2010) dargestellt. Tabelle 3-2 kann man entnehmen, welches Tier zur Gruppe der Kühe mit Kalb, Kühe ohne Kalb bzw. Bulle gehört, und Tab. 3-4 sind die Beobachtungszeiten zu entnehmen.

Die mit der Methode des scan sampling (Martin & Bateson 2007) am häufigsten beobachtete Verhaltensweise betrifft „Fressen, Fressen/Ziehen“ (Tab. 3-9, Abb. 3-7). Das Mittlere Tier verbringt im März 35 %, im April 46 %, im August 44 % und im November 52 % der beobachteten Stunden mit „Fressen, Fressen/Ziehen“. Alle übrigen Verhaltensweisen haben einen deutlich geringeren Anteil. Im März verbringt das Mittlere Tier 11 % mit „Ziehen“, 21 % mit „Ruhen stehend“, 3 % mit „Ruhen liegend“, 14 % mit „Wiederkauen stehend“, 2 % mit „Wiederkauen liegend“ und 13 % mit „Sonstiges“. Die Aktivitäten „Außer Sicht“ und „Leckstein“ liegen in diesem Monat unter 1 % (Abb. 3-7). Im April sind neben „Fressen, Fressen/Ziehen“ (46 %) die Aktivitäten „Ziehen“ (17 %), „Ruhen stehend“ (13 %), „Ruhen liegend“ (8 %) und

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

„Sonstiges“ (11 %) am häufigsten (Abb. 3-7). Alle übrigen Verhaltensweisen haben im Frühjahr einen geringen Anteil. Im August verbringt das Mittlere Tier 12 % der beobachteten Zeit mit „Ziehen“, 10 % mit „Ruhen stehend“, 7 % mit „Ruhen liegend“, 7 % mit „Wiederkauen stehend“, 10 % mit „Wiederkauen liegend“ und 10 % mit „Sonstiges“. Die Aktivitäten „Außer Sicht“ und „Leckstein“ liegen in diesem Monat unter 1 % (Abb. 3-7). Im November beträgt der Anteil für „Ziehen“ 15 %, für „Ruhen stehend“ 12 %, für „Ruhen liegend“ 7 %, für „Wiederkauen stehend“ 4 %, für „Wiederkauen liegend“ 6 % und für „Sonstiges“ 5 %. „Außer Sicht“ und „Leckstein“ liegen unter 1 % (Abb. 3-7).

Im Gegensatz zu den Kühen legt sich der Bulle im März häufiger hin, um zu ruhen oder wiederzukauen. Außerdem wurde bei dem Bullen die Aktivität „Sonstiges“ vor allem im März viel häufiger aufgenommen als bei den weiblichen Tieren (Tab. 3-9).

Die Verhaltensweise „Sonstiges“ hat bei allen drei Gruppen einen verhältnismäßig großen Anteil. Im Verlauf des Jahres nimmt dieser aber deutlich ab - vor allem während des Übergangs vom Herbst zum Winter (Tab. 3-9).

Tab. 3-9: Aktivitätsbudget der Hattinger „Auerochsen“ (Untergliederung in Gruppe der Kühe mit Kalb (n = 2), Kühe ohne Kalb (n = 2) und Bulle (n = 1)) für alle vier Beobachtungszeiträume (März, April, August und November 2010)

Aktivitäten	Anteil der Aktivitäten in %											
	Kühe mit Kalb				Kühe ohne Kalb				Bulle			
	März 2010	April 2010	August 2010	Nov 2010	März 2010	April 2010	August 2010	Nov 2010	März 2010	April 2010	August 2010	Nov 2010
Fressen, Fressen/Ziehen	37,8	42,5	42,3	50,3	32,6	51,0	45,4	50,9	33,3	42,2	46,1	54,8
Ziehen	10,5	16,4	11,8	15,6	11,5	16,8	11,5	14,0	12,8	20,4	12,5	13,6
Ruhen stehend	20,1	18,4	10,4	10,3	24,8	9,63	10,3	14,3	15,7	9,48	6,85	10,1
Ruhen liegend	0,74	7,48	4,31	7,25	2,21	6,76	6,55	6,58	6,37	10,4	12,2	6,58
Wiederkauen stehend	17,9	1,29	9,67	4,84	14,2	1,58	6,25	3,51	6,86	0,86	4,17	2,63
Wiederkauen liegend	0,98	3,74	10,1	7,25	1,47	3,16	10,3	6,36	6,37	4,02	9,82	3,95
Leckstein	0	0	0	0	1,47	0,29	0	0,66	0,98	0,57	0	0
Sonstiges	12,0	10,2	10,9	4,40	10,8	9,91	9,52	3,73	17,7	12,1	7,14	8,33
Außer Sicht	0	0	0,60	0	0,98	0,86	0,30	0	0	0	1,19	0

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

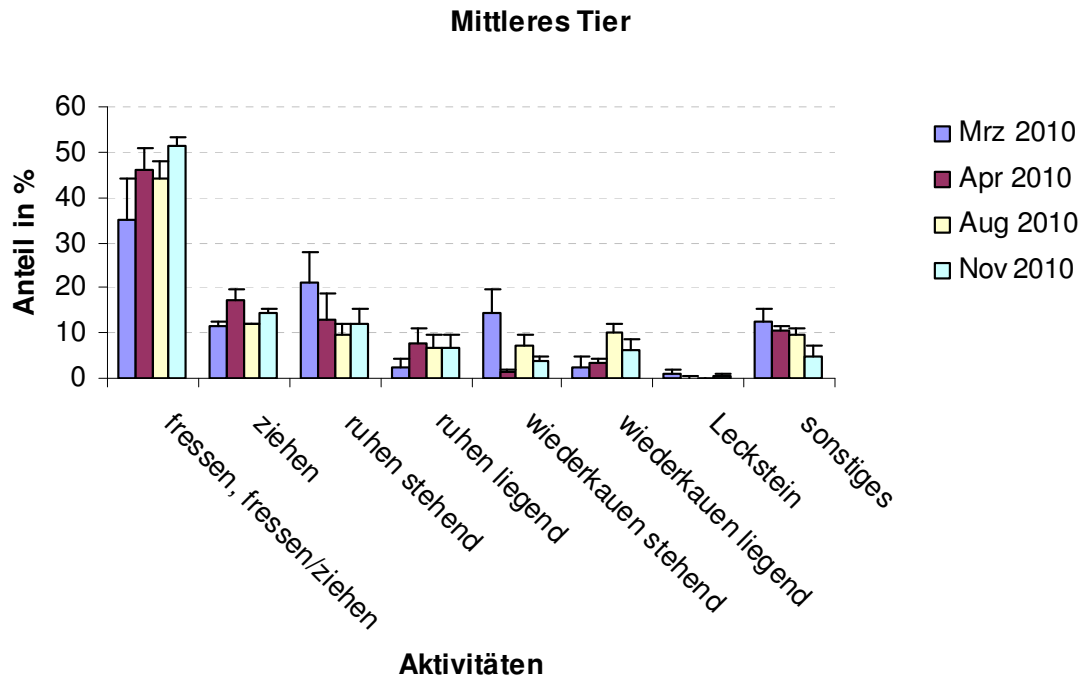


Abb. 3-7: Aktivitätsbudget mittleres Tier (n = 5) der Hattinger „Auerochsen“ für alle vier Beobachtungszeiträume (März, April, August und November 2010) (\pm SD)

Der Anteil der aktiven Aktivitäten [h] bezogen auf 24 h der Hattinger „Auerochsen“ ist Tabelle 3-10 zu entnehmen. Den Großteil der aktiven Zeit verbringen die Tiere mit „Fressen, Fressen/Ziehen“. Im März (zehn Tagesstunden) entfallen hierfür drei bis vier Stunden, im April (14,5 Tagesstunden) 6 - 7,5 h, im August (14 Tagesstunden) 6 - 6,5 h und im November (9,5 Tagesstunden) ca. fünf Stunden. Betrachtet man den Jahresverlauf, so ist der Anteil der Aktivität „Ziehen“ im März mit gut einer Stunde am niedrigsten und im April mit ca. 2,5 - 3 h am größten. Im August und November ziehen die Hattinger „Auerochsen“ ca. 1,5 h umher. Auf die Aktivität „Sonstiges“ entfallen während der einzelnen Beobachtungsphasen zwischen ca. einer halben und zwei Stunden. Der Anteil ist im Frühjahr und Sommer bedeutend größer als im November. Der Leckstein wird nur sehr selten und hauptsächlich von den Kühen ohne Kalb genutzt. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Hattinger „Auerochsen“ im August und insbesondere im April am aktivsten sind. Im März wird verhältnismäßig wenig Zeit für die Nahrungssuche und -aufnahme verwendet. Deshalb sind die Tiere während dieser Beobachtungszeit relativ wenig aktiv.

Tab. 3-10: Anteil der aktiven Verhaltensweisen [h] bezogen auf 24 h der Hattinger „Auerochsen“ (Untergliederung in Gruppe der Kühe mit Kalb (n = 2), Kühe ohne Kalb (n = 2) und Bulle (n = 1)) für alle vier Beobachtungszeiträume (März, April, August und November 2010)

aktive Aktivitäten	Anteil der Aktivitäten [h] bezogen auf 24 h											
	Kühe mit Kalb				Kühe ohne Kalb				Bulle			
	März 2010	April 2010	August 2010	Nov 2010	März 2010	April 2010	August 2010	Nov 2010	März 2010	April 2010	August 2010	Nov 2010
Fressen, Fressen/Ziehen	3,77	6,17	5,92	4,78	3,26	7,40	6,35	4,83	3,33	6,13	6,46	5,21
Ziehen	1,05	2,38	1,65	1,48	1,15	2,44	1,60	1,33	1,27	2,96	1,75	1,29
Leckstein	0	0	0	0	0,15	0,04	0	0,06	0,10	0,08	0	0
Sonstiges	1,20	1,48	1,52	0,42	1,08	1,44	1,33	0,35	1,76	1,75	1,00	0,79
Außer Sicht	0	0	0,08	0	0,10	0,13	0,04	0	0	0	0,17	0
Gesamt aktiv	6,02	10,0	9,17	6,68	5,74	11,5	9,32	6,57	6,46	10,9	9,38	7,29

Tagesstunden: März 10 h; April 14,5 h; August 14 h; November 9,5 h

3.4.2.3 Aktivitätsbudget - statistische Analyse

Tab. 3-11 kann man die Ergebnisse der statistischen Analyse des Aktivitätsbudgets entnehmen. Bei der abhängigen Variablen „aktiv“ waren der Faktor Jahreszeit hochsignifikant ($p < 0,001$) und die Interaktion Gebiet * Jahreszeit signifikant ($p = 0,002$). Bei der abhängigen Variablen „fressen“ waren die Faktoren Gebiet und Jahreszeit hochsignifikant ($p < 0,001$). Alle weiteren Effekte waren nicht signifikant.

Tab. 3-11: Effekte von Gebiet und Jahreszeit auf die Aktivitäten „aktiv“, „fressen“, „Anteil Liegen an Ruhen“ und „Anteil Stehen an Ruhen“: Ergebnis der zweifaktoriellen ANOVA. Die signifikanten Effekte sind fettgedruckt.

Abhängige Variablen	Unabhängige Variablen	F-Wert	p
aktiv	Gebiet	0,531	0,473
	Jahreszeit	285,609	< 0,001
	Gebiet * Jahreszeit	11,291	0,002
fressen	Gebiet	34,419	< 0,001
	Jahreszeit	55,949	< 0,001
	Gebiet * Jahreszeit	0,322	0,575
Anteil Liegen an Ruhen	Gebiet	0,042	0,839
	Jahreszeit	1,198	0,232
	Gebiet * Jahreszeit	0,383	0,542

3.4.3 Habitatnutzung

3.4.3.1 Habitatnutzung der Wörther „Auerochsen“

Die Aufstellung in Tab. 3-13 vermittelt einen Eindruck, an welchen Pflanzengesellschaften sich die Wörther „Auerochsen“ während des Beobachtungszeitraumes am häufigsten aufgehalten haben. Eine genaue Beschreibung der Wald- und Offenlandtypen kann man Kapitel 3.3.2.1.2 entnehmen. Während der Beobachtungszeit im Mai/Juni hatten die „Auerochsen“ keinen Zugang zu den Pflanzengesellschaften „Hochhecke“, „Allee“, „Baumreihe“, „Offenland Typ 1“ (Flachmoorgesellschaft), „Offenland Typ 2“ (Sumpfdotterblumenwiese und feuchtes Intensivgrünland) und „Offenland Typ 4“ (Landröhricht). Durch die unterschiedlichen Anteile der Gesellschaften am Habitat bekommt die tatsächliche Nutzung der jeweiligen Pflanzengesellschaft (Tab. 3-12) durch den Präferenzindex ein anderes Gewicht.

Betrachtet man die tatsächlichen prozentualen Nutzungsdaten (Tab. 3-12) so ist „Offenland Typ 3“ (artenreiches Wirtschaftsgrünland) während beider Untersuchungsphasen die am häufigsten genutzte Pflanzengesellschaft. Alle übrigen Habitate werden gar nicht bzw. zu einem geringen Anteil von den Rindern aufgesucht.

Betrachtet man die Präferenzindizes (Tab. 3-13) so wird die „Allee“ mit einem Flächenanteil von lediglich ca. 1 % von den „Auerochsen“ im Nov/Dez deutlich präferiert. Im Mai/Juni bevorzugen die Tiere die Pflanzengesellschaft „Baumgruppen/Feldgehölze“. Die Pflanzengesellschaft „Offenland Typ 3“ (artenreiches Wirtschaftsgrünland) wird während beider Beobachtungsphasen ebenfalls deutlich präferiert. Weiterhin bevorzugen die Tiere im Nov/Dez die Pflanzengesellschaft „Baumreihe“ und im Mai/Juni „Solitärbaum“ und „Baumhecke“. Im Nov/Dez kann bei den Kälbern eine Bevorzugung für „Offenland Typ 2“ (Sumpfdotterblumenwiese und feuchtes Intensivgrünland) und „Waldrand zu Offenland“ festgestellt werden. Bei allen übrigen Pflanzengesellschaften ergibt der Index negative Werte. Die fünf Waldtypen, die Flachmoorgesellschaft (Offenland Typ 1), das Landröhricht (Offenland Typ 4) und der „Waldrand zu Wasserrändern“ werden insgesamt sehr stark bzw. vollkommen gemieden.

Kurzbeschreibung der Wald- und Offenlandtypen:

Wald Typ 1: präalpine Buchenmischwälder

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

Wald Typ 2: präalpine Buchenmischwälder mit Fichtenbeteiligung

Wald Typ 3: Fichtenforste mit Buchenverjüngung

Wald Typ 4: reine Fichtenforste

Wald Typ 5: Erlensumpfwälder

Offenland Typ 1: Flachmoorgesellschaft

Offenland Typ 2: Sumpfdotterblumenwiese und feuchtes Intensivgrünland

Offenland Typ 3: artenreiches Wirtschaftsgrünland

Offenland Typ 4: Landröhricht

Tab. 3-12: Tatsächliche prozentuale Nutzungshäufigkeit der einzelnen Pflanzengesellschaften durch die Wörther „Auerochsen“ (Untergliederung in Gruppe der Kühe (n = 5), Färsen (n = 5) und Kälber (n = 3)) für beide Beobachtungszeiträume (Nov/Dez 2009 und Mai/Juni 2010)

Pflanzengesellschaft	Nutzungshäufigkeit [%]							
	Kühe		Färsen		Kälber		Mittleres Tier ± SD	
	Nov/Dez 2009	Mai/Juni 2010	Nov/Dez 2009	Mai/Juni 2010	Nov/Dez 2009	Mai/Juni 2010	Nov/Dez 2009	Mai/Juni 2010
Wald Typ 1 (Buchenmischwald)	0	0	0	0	0	0	0 ²	0
Wald Typ 2 (Buchen mit Fichten)	1,33	0	1,09	0	1,13	0	1,19 ± 0,237	0
Wald Typ 3 (Fichten mit Buchen)	0,94	0	0,59	0	0,59	0	0,73 ± 0,491	0
Wald Typ 4 (Fichtenwald)	0,12	0	0,18	0	0,64	0	0,29 ± 0,352	0
Wald Typ 5 (Erlensumpfwald)	1,71	0,32	1,74	0,32	2,61	0,45	1,93 ± 0,516	0,35 ± 0,117
Waldrand zu Wasserrändern	0,21	0,94	0,12	0,81	0,15	0,85	0,16 ± 0,073	0,87 ± 0,141
Waldrand zu Offenland	6,17	4,54	5,04	4,95	10,77	6,54	6,80 ± 2,618	5,16 ± 1,539
Baumgruppen/Feldgehölze	0,12	8,68	0,09	9,73	0,25	11,29	0,14 ± 0,141	9,69 ± 1,606
Hochhecke	0,50	n.z. ¹	1,45	n.z.	1,38	n.z.	1,07 ± 1,426	n.z.
Baumhecke	1,09	7,77	0,27	6,51	1,08	8,92	0,77 ± 0,710	7,55 ± 1,750
Allee	4,19	n.z.	3,36	n.z.	2,70	n.z.	3,53 ± 0,867	n.z.
Baumreihe	0,74	n.z.	0,77	n.z.	1,18	n.z.	0,85 ± 0,382	n.z.
Solitärbaum	3,33	6,18	1,80	6,10	2,21	7,89	2,48 ± 1,364	6,54 ± 1,992
Offenland Typ 1 (Flachmoor)	0	n.z.	0	n.z.	0	n.z.	0	n.z.
Offenland Typ 2 (feuchtes Grünland)	2,33	n.z.	3,60	n.z.	6,10	n.z.	3,69 ± 1,788	n.z.
Offenland Typ 3 (Wirtschaftsgrünland)	76,34	71,53	79,03	71,59	68,34	64,07	75,53 ± 4,787	69,83 ± 4,370
Offenland Typ 4 (Landröhricht)	0	n.z.	0	n.z.	0	n.z.	0	n.z.
Außer Sicht	0,88	0,03	0,88	0	0,88	0	0,88 ± 0,000	0,01 ± 0,037

¹ n.z. = Pflanzengesellschaft für die „Auerochsen“ nicht zugänglich

² Habitats mit einer Nutzungshäufigkeit von 0 % wurden zu keinem Zeitpunkt genutzt. Deshalb gibt es in diesen Fällen keine SD.

Tab. 3-13: Präferenzindex P_i der Wörther „Auerochsen“ (Untergliederung in Gruppe der Kühe (n = 5), Färsen (n = 5) und Kälber (n = 3)) für beide Beobachtungszeiträume (Nov/Dez 2009 und Mai/Juni 2010), sowie Flächengröße [ha] und Flächenanteil [%] der Pflanzengesellschaften

Pflanzengesellschaft	Flächen- größe [ha]	Flächenanteil [%]	Präferenzindex P_i							
			Kühe		Färsen		Kälber		Mittleres Tier	
			Nov/Dez 2009	Mai/Juni 2010	Nov/Dez 2009	Mai/Juni 2010	Nov/Dez 2009	Mai/Juni 2010	Nov/Dez 2009	Mai/Juni 2010
Wald Typ 1 (Buchenmischwald)	2,10	5,47	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
Wald Typ 2 (Buchen mit Fichten)	4,65	12,11	-0,80	-1,00	-0,83	-1,00	-0,83	-1,00	-0,82	-1,00
Wald Typ 3 (Fichten mit Buchen)	3,90	10,16	-0,83	-1,00	-0,89	-1,00	-0,89	-1,00	-0,87	-1,00
Wald Typ 4 (Fichtenwald)	0,52	1,35	-0,84	-1,00	-0,77	-1,00	-0,36	-1,00	-0,68	-1,00
Wald Typ 5 (Erlensumpfwald)	3,65	9,51	-0,69	-0,93	-0,69	-0,93	-0,57	-0,91	-0,66	-0,93
Waldrand zu Wasserrändern	2,59	6,74	-0,94	-0,76	-0,97	-0,79	-0,96	-0,78	-0,95	-0,77
Waldrand zu Offenland	2,49	6,48	-0,03	-0,18	-0,12	-0,13	0,25	0,00	0,02	-0,11
Baumgruppen/Feldgehölze	0,90	2,34	-0,90	0,57	-0,93	0,61	-0,81	0,66	-0,89	0,61
Hochhecke	0,80	2,08	-0,61	n.z.	-0,18	n.z.	-0,20	n.z.	-0,32	n.z.
Baumhecke	1,50	3,91	-0,56	0,33	-0,87	0,25	-0,57	0,39	-0,67	0,32
Allee	0,40	1,04	0,60	n.z.	0,53	n.z.	0,44	n.z.	0,54	n.z.
Baumreihe	0,20	0,52	0,17	n.z.	0,19	n.z.	0,39	n.z.	0,24	n.z.
Solitärbaum	1,90	4,95	-0,19	0,11	-0,47	0,10	-0,38	0,23	-0,33	0,14
Offenland Typ 1 (Flachmoor)	0,90	2,34	-1,00	n.z.	-1,00	n.z.	-1,00	n.z.	-1,00	n.z.
Offenland Typ 2 (feuchtes Grünland)	1,60	4,17	-0,28	n.z.	-0,07	n.z.	0,19	n.z.	-0,06	n.z.
Offenland Typ 3 (Wirtschaftsgrünland)	9,80	25,52	0,50	0,47	0,51	0,47	0,46	0,43	0,49	0,46
Offenland Typ 4 (Landröhricht)	0,50	1,30	-1,00	n.z.	-1,00	n.z.	-1,00	n.z.	-1,00	n.z.

n.z. = Pflanzengesellschaft für die „Auerochsen“ nicht zugänglich

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

In Tabelle 3-14 werden die Präferenzindizes vom Mittleren Tier für „Wald“, „Waldrand“ und „Offenland“ der Insel Wörth, sowie deren Flächengrößen und Flächenanteile dargestellt. Die Pflanzengesellschaft „Offenland“ wird von den „Auerochsen“ während beider Beobachtungsphasen präferiert. „Wald“ und „Waldrand“ werden mehr oder weniger stark gemieden.

Tab. 3-14: Präferenzindex P_i Mittleres Tier ($n = 13$) für Wald, Waldrand und Offenland der Insel Wörth für beide Beobachtungszeiträume (Nov/Dez 2009 und Mai/Juni 2010), sowie Flächengröße [ha] und Flächenanteil [%] dieser drei Pflanzengesellschaften

Habitat	Flächengröße [ha]	Flächenanteil [%]	Präferenzindex P_i Mittleres Tier	
			Nov/Dez 2009	Mai/Juni 2010
Wald	14,80	38,54	-0,81	-0,98
Waldrand	5,10	13,28	-0,31	-0,38
Offenland	12,80	33,33	0,41	0,35

3.4.3.2 Habitatnutzung der Hattinger „Auerochsen“

Aus den Tabellen 3-15 und 3-16 werden die Nutzungen der Pflanzengesellschaften durch die Hattinger „Auerochsen“ deutlich. Nach Angaben der tatsächlichen prozentualen Nutzungshäufigkeit (Tab. 3-15) halten sich die Rinder zu einem sehr großen Anteil auf der Pflanzengesellschaft „Weide“ auf. „Solitäräume“ werden zu einem geringen Anteil und „Hecken“ und „Feldgehölze“ fast gar nicht genutzt.

In Tab. 3-16 sind die Präferenzindizes der einzelnen Tiergruppen (Kühe mit Kalb, Kühe ohne Kalb, Bulle) und vom Mittleren Tier für jede Beobachtungsphase, sowie Flächengröße und Flächenanteil der Pflanzengesellschaften dargestellt. Für die Pflanzengesellschaft „Solitärbaum“ liegt eine mehr oder weniger starke Präferenz vor. Eine Meidung der Solitäräume findet lediglich im März durch die Gruppe der Kühe mit Kalb und im August durch die Kühe ohne Kalb statt. Die Bevorzugung der Pflanzengesellschaft „Solitärbaum“ ist im April am größten. Die „Weide“ wird von den „Auerochsen“ während jeder Jahreszeit schwach bevorzugt. Eine leichte Präferenz ergibt sich für die „Mähweide“. Jene Pflanzengesellschaft konnte allerdings nur im März von den Tieren genutzt werden. „Feldgehölze“ und „Hecken“ werden sehr stark bzw. vollkommen gemieden.

Tab. 3-15: Tatsächliche prozentuale Nutzungshäufigkeit der einzelnen Pflanzengesellschaften durch die Hattinger „Auerochsen“ (Untergliederung in Gruppe der Kühe mit Kalb (n = 2), Kühe ohne Kalb (n = 2) und Bulle (n = 1)) für alle vier Beobachtungszeiträume (März, April, August und November 2010)

Pflanzengesellschaft	Nutzungshäufigkeit [%]															
	Kühe mit Kalb				Kühe ohne Kalb				Bulle				Mittleres Tier ± SD			
	März 2010	April 2010	Aug 2010	Nov 2010	März 2010	April 2010	Aug 2010	Nov 2010	März 2010	April 2010	Aug 2010	Nov 2010	März 2010	April 2010	Aug 2010	Nov 2010
Weide	82,35	90,95	94,94	95,83	79,17	89,94	97,92	94,08	82,35	91,09	97,32	93,86	81,08 ± 3,424	90,57 ± 2,508	96,61 ± 2,173	94,74 ± 2,539
Mähweide	16,67	n.z. ¹	n.z.	n.z.	16,18	n.z.	n.z.	n.z.	12,25	n.z.	n.z.	n.z.	15,59 ± 1,911	n.z.	n.z.	n.z.
Solitärbaum	0,74	8,19	2,98	4,17	4,41	7,76	1,04	5,70	5,39	8,62	1,49	6,14	3,14 ± 3,838	8,10 ± 1,275	1,90 ± 1,768	5,18 ± 2,370
Feldgehölze	0	0,86	2,08	0	0	2,01	1,04	0,22	0	0,29	1,19	0	0 ²	1,21 ± 1,292	1,49 ± 0,665	0,09 ± 0,196
Hecke	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,10 ± 0,219	0	0	0
Außer Sicht	0	0	0	0	0,25	0,29	0	0	0	0	0	0	0,10 ± 0,219	0,11 ± 0,257	0	0

¹ n.z. = Pflanzengesellschaft für die „Auerochsen“ nicht zugänglich

² Habitats mit einer Nutzungshäufigkeit von 0 % wurden zu keinem Zeitpunkt genutzt. Deshalb gibt es in diesen Fällen keine SD.

Tab. 3-16: Präferenzindex P_i der Hattinger „Auerochsen“ (Untergliederung in Gruppe der Kühe mit Kalb (n = 2), Kühe ohne Kalb (n = 2) und Bulle (n = 1)) für alle vier Beobachtungszeiträume (März, April, August und November 2010), sowie Flächengröße [ha] und Flächenanteil [%] der Pflanzengesellschaften

Pflanzengesellschaft	Flächen- größe [ha]	Flächen- anteil [%]	Präferenzindex P_i															
			Kühe mit Kalb				Kühe ohne Kalb				Bulle				Mittleres Tier			
			März 2010	April 2010	Aug 2010	Nov 2010	März 2010	April 2010	Aug 2010	Nov 2010	März 2010	April 2010	Aug 2010	Nov 2010	März 2010	April 2010	Aug 2010	Nov 2010
Weide	62,40	74,29	0,05	0,10	0,12	0,13	0,03	0,10	0,14	0,12	0,05	0,10	0,13	0,12	0,04	0,10	0,13	0,12
Mähweide	7,50	8,93	0,30	n.z.	n.z.	n.z.	0,29	n.z.	n.z.	n.z.	0,16	n.z.	n.z.	n.z.	0,27	n.z.	n.z.	n.z.
Solitärbaum	1,00	1,19	-0,24	0,75	0,43	0,56	0,58	0,73	-0,07	0,65	0,64	0,76	0,11	0,68	0,45	0,74	0,23	0,63
Feldgehölze	8,20	9,76	-1,00	-0,84	-0,65	-1,00	-1,00	-0,66	-0,81	-0,96	-1,00	-0,94	-0,78	-1,00	-1,00	-0,78	-0,74	-0,98
Hecke	4,90	5,83	-0,92	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-0,97	-1,00	-1,00	-1,00

n.z. = Pflanzengesellschaft für die „Auerochsen“ nicht zugänglich

3.4.3.3 Habitatnutzung - statistische Analyse

Die statistische Analyse der Habitatnutzung ergab für fast alle untersuchten Variablen hochsignifikante Effekte ($p < 0,001$) (Tab. 3-17). Lediglich die Interaktion Gebiet * Jahreszeit ergab bei den abhängigen Variablen „Nutzung Offenland“ und „Nutzung Offenland (PI)“ signifikante Effekte ($p = 0,001$).

Tab. 3-17: Effekte von Gebiet und Jahreszeit auf die Nutzung der Habitate „Offenland“ und „Feldgehölze“ sowie die Präferenzindizes von „Offenland“ und „Feldgehölzen“: Ergebnis der zweifaktoriellen ANOVA. Die signifikanten Effekte sind fettgedruckt.

Abhängige Variablen	Unabhängige Variablen	F-Wert	p
Nutzung Offenland	Gebiet	299,130	< 0,001
	Jahreszeit	24,022	< 0,001
	Gebiet * Jahreszeit	14,469	0,001
Nutzung Feldgehölze	Gebiet	127,286	< 0,001
	Jahreszeit	70,965	< 0,001
	Gebiet * Jahreszeit	51,534	< 0,001
Nutzung Offenland (PI)	Gebiet	2961,522	< 0,001
	Jahreszeit	23,721	< 0,001
	Gebiet * Jahreszeit	14,806	0,001
Nutzung Feldgehölze (PI)	Gebiet	149,146	< 0,001
	Jahreszeit	43,296	< 0,001
	Gebiet * Jahreszeit	22,252	< 0,001

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

Die Habitate „Wald“ und „Waldrand“ waren nur auf der Insel Wörth vorhanden. Deshalb wurde die statistische Analyse dieser beiden Habitate und derer Präferenzindices nur für das Gebiet Insel Wörth und die unabhängige Variable Jahreszeit durchgeführt (Tab. 3-18). Die abhängigen Variablen „Nutzung Wald“ und „Nutzung Wald (PI)“ waren hochsignifikant ($p < 0,001$). Die Nutzung des Waldrandes ergab keinen signifikanten Effekt.

Tab. 3-18: Effekte der Jahreszeit auf die Nutzung der Habitate „Wald“ und „Waldrand“ sowie die Präferenzindices von „Wald“ und „Waldrand“ der Insel Wörth: Ergebnis der einfaktoriellen ANOVA. Die signifikanten Effekte sind fettgedruckt.

Abhängige Variablen	Unabhängige Variablen	F-Wert	p
Nutzung Wald	Jahreszeit	360,160	< 0,001
Nutzung Waldrand	Jahreszeit	0,072	0,791
Nutzung Wald (PI)	Jahreszeit	441,317	< 0,001
Nutzung Waldrand (PI)	Jahreszeit	0,036	0,851

3.4.4 Futterpflanzen und Futterproben

3.4.4.1 Futterpflanzen und Futterproben der Wörther „Auerochsen“

Alle von den Wörther „Auerochsen“ gefressenen Futterpflanzen sind in Tab. 3-19 aufgelistet. Für beide Beobachtungsphasen sind die Anteile der Futterarten für die Gruppen der Kühe (n = 3) und Färsen (n = 2) sowie für das Mittel der Tiere (n = 5) aufgeführt.

Die Hauptnahrung der „Auerochsen“ ist Gras vom Offenland Typ 3. Während beider Beobachtungsphasen besteht die Nahrung sowohl bei den Kühen als auch bei den Färsen zu ca. 90 % aus diesem Gras. Der Anteil an gefressenen Eicheln ist im Nov/Dez groß. Bei den Kühen besteht eine Tagesration zu 9 % und bei den Färsen zu 2 % aus Eicheln. Im Mai/Juni spielen neben Gras Blätter des Weißdorn, der Gewöhnlichen Berberitze, der Esche und anderer Sträucher eine Rolle. Der Anteil dieser Futterpflanzen beträgt 1 - 4 %. Alle übrigen Futterpflanzen werden von den „Auerochsen“ sporadisch genutzt. Deren Anteil liegt unter 1 %.

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

Tab. 3-19: Futterpflanzen und prozentualer Anteil derer Nutzung durch die Wörther „Auerochsen“ (Untergliederung in Gruppe der Kühe (n = 3) und Färsen (n = 2)) für beide Beobachtungszeiträume (Nov/Dez 2009 und Mai/Juni 2010)

Futterart	Anteil in %					
	Kühe		Färsen		Mittleres Tier	
	Nov/Dez 2009	Mai/Juni 2010	Nov/Dez 2009	Mai/Juni 2010	Nov/Dez 2009	Mai/Juni 2010
Gras (Offenland Typ 3)	87,58	87,48	91,65	88,92	89,21 ± 4,588	88,05 ± 2,467
Gras (Offenland Typ 2)	1,00	0	3,33	0	1,93 ± 1,616	0 ¹
Eicheln	9,23	0	1,54	0	6,15 ± 4,921	0
Rosenastspitze	0,07	0,10	0	0	0,04 ± 0,090	0,06 ± 0,140
Ross-Minze	0,10	0	0	0	0,06 ± 0,090	0
Brombeerblätter	0,47	0,17	0,72	0,30	0,57 ± 0,397	0,22 ± 0,156
Wald-Simse	0,51	0	0,49	0	0,50 ± 0,628	0
Glieder-Binse	0,69	0	1,19	0	0,89 ± 0,880	0
Blaugrüne Binse	0	0	0,31	0	0,12 ± 0,275	0
Wald-Zwenke	0,14	0	0,65	0	0,34 ± 0,479	0
Bachnelkenwurz	0,03	0	0	0	0,02 ± 0,038	0
Heu	0,20	0	0,13	0	0,17 ± 0,262	0
Weißdornblätter/-blüten	0	4,07	0	4,22	0	4,13 ± 0,750
Gewöhnliche Berberitze	0	1,68	0	2,94	0	2,19 ± 1,180
Weißdorn/Gewöhnliche Berberitze	0	1,61	0	0	0	0,97 ± 0,950
Eschenblätter	0	1,47	0	1,80	0	1,60 ± 0,583
Eichenblätter	0	0,13	0	0	0	0,08 ± 0,108
Buchenblätter	0	0,32	0	0,06	0	0,22 ± 0,189
Lindenblätter	0	0,62	0	0,51	0	0,58 ± 0,412
Kastanienblätter	0	0,16	0	0	0	0,09 ± 0,208
Weidenblätter	0	0,18	0	0,09	0	0,15 ± 0,135
Kirschblätter	0	0,04	0	0	0	0,02 ± 0,056
Sträucher	0	1,95	0	1,09	0	1,61 ± 0,778
Moos	0	0	0	0,06	0	0,02 ± 0,053

¹ Pflanzen mit einer Nutzungshäufigkeit von 0 % wurden zu keinem Zeitpunkt genutzt. Deshalb gibt es in diesen Fällen keine SD.

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

Die folgenden Tabellen 3-20 und 3-21 geben Aufschluss über die Gehalte an Rohasche, Rohprotein, verdaulicher organischer Substanz, umsetzbarer Energie und die Gehalte an Gerüstsubstanzen der Wörther Futterproben für beide Untersuchungsphasen.

Für die Werte von XA, XP, ADFom, NDFom, DOM und ME sind die Schwankungen je nach Futterart vor allem im Winter sehr groß (Tab. 3-20). Im Nov/Dez findet man bei der Wald-Zwenke, der Ross-Minze und beim „Gras“ des Offenland Typ 3 die höchsten XA-Gehalte. Diese drei Futterarten sowie die Brombeerblätter und Bucheckern beinhalten von allen genommenen Futterproben dieser Untersuchungsphase die höchsten XP-Gehalte (Tab. 3-20).

Die Flachmoorvegetation ist die faserreichste Futterquelle. Deren organische Substanz ist genau wie die Buchenblätter lediglich zu ca. 22 % verdaulich. Im Gegensatz dazu sind Eicheln und v. a. Kastanien hoch verdaulich (Tab. 3-20).

Die Baumfrüchte Eicheln, Kastanien und Bucheckern haben mit die höchste und die Flachmoorvegetation die niedrigste Umsetzbare Energie. Die ME aller übrigen Futterarten liegt zwischen 7,2 und 9,6 MJ/kg TM (Tab. 3-20).

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

Tab. 3-20: Rohaschegehalt (XA) [g/kg TM], Rohproteingehalt (XP) [g/kg TM], Fasergehalt (ADFom, NDFom) [g/kg TM], verdauliche organische Substanz (DOM) [g/kg TM] und umsetzbare Energie (ME) [MJ/kg TM] der Wörther Futterproben von Nov/Dez 2009

Futterart	XA	XP	ADFom [g/kg TM]	NDFom [g/kg TM]	DOM	ME [MJ/kg TM]
Offenland Typ 3 (gut gefressen, junger Aufwuchs)	109	233	307	466	613	9,6
Offenland Typ 3 (schlecht gefressen, alter Aufwuchs)	87,5	153	359	551	527	8,8
Eicheln	22,7	56,8	130	256	756	9,3
Gliederbinse	40,9	77,6	382	692	409	7,6
Blaugrüne Binse	35,8	89,5	383	683	402	7,6
Wald-Simse	59,5	79,6	454	641	384	7,2
Brombeerblätter	61,9	134	-	339	468	9,4
Wald-Zwenke	122	115	443	610	457	7,7
Ross-Minze	118	126	-	296	545	9,2
Eichenblätter	56,9	69,3	-	488	296	7,9
Buchenblätter	63,8	63,1	-	624	222	7,8
Bucheckern	37,1	200	330	454	603	10,4
Kastanien	30,2	68,6	150	175	865	9,5
Hagebutten	44,6	54,8	-	343	598	7,9
Flachmoorvegetation	47,6	56,8	615	707	223	5,5

Im Spätfrühling (Mai/Juni) sind die Schwankungen der Gehalte an Rohasche, Rohprotein, verdaulicher organischer Substanz, Umsetzbarer Energie und die Gehalte an Gerüstsubstanzen deutlich kleiner (Tab. 3-21) als bei den im Winter genommenen Futterproben. Die jungen Fichtentriebe haben mit Abstand den niedrigsten XA- und XP-Gehalt sowie die niedrigste ME. „Gras“ des Offenland Typ 3 ist die faserreichste Futterart. Die höchste DOM von ca. 65 - 70 % haben die Eschenblätter, das „Gras“ vom Offenland Typ 3 und die Ahornblätter. Die organische

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

Substanz der Buchen- und Kastanienblätter ist nur zu ca. 35 % verdaulich. Die ME der Futterproben liegt zwischen 8,9 und 10,6 MJ/kg TM (Tab. 3-21).

Tab. 3-21: Rohaschegehalt (XA) [g/kg TM], Rohproteingehalt (XP) [g/kg TM], Fasergehalt (ADFom, NDFom) [g/kg TM], verdauliche organische Substanz (DOM) [g/kg TM] und umsetzbare Energie (ME) [MJ/kg TM] der Wörther Futterproben von Mai/Juni 2010

Futterart	XA	XP	ADFom	NDFom	DOM	ME
	[g/kg TM]					[MJ/kg TM]
Offenland Typ 3 (kleine Wiese)	64,5	147	312	512	649	10,0
Offenland Typ 3 (große Wiese)	63,3	157	343	532	702	10,3
Eingriffeliger Weißdorn (Blätter & Blüten)	73,4	146	-	291	428	9,6
Gewöhnliche Berberitze (Blätter)	64,9	196	-	224	570	10,6
Eschenblätter	76,6	203	-	278	649	10,6
Lindenblätter	71,0	219	-	287	610	10,3
Buchenblätter	44,0	157	-	372	355	9,6
Brombeerblätter	57,2	211	-	385	421	10,4
Kastanienblätter	70,3	170	-	281	377	9,7
Eichenblätter	42,8	138	-	259	523	9,6
Rosenblätter	64,9	158	-	210	593	9,8
Erlenblätter	47,6	164	-	294	398	10,0
Haselblätter	45,1	201	-	268	435	10,6
Ahornblätter	61,5	202	-	288	709	10,4
junge Fichtentriebe	28,9	95,1	-	323	529	8,9

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

Die Wörther „Auerochsen“ ernähren sich hauptsächlich von Gras bzw. Gräsern (Tab. 3-22). Der Speiseplan wird durch Gehölze und Baumfrüchte ergänzt. Diese machen im Spätfrühling ca. 12 % des gesamten Futters aus. Im Nov/Dez nutzen vor allem die Kühe (n = 3) neben Gras und Gräsern Gehölze bzw. Baumfrüchte zu einem Anteil von ca. 11 %. Bei den Färsen (n = 2) beträgt der Gehölzanteil an der Gesamtnahrung im Winter lediglich ca. 2 %. Die Energie und das Rohprotein entnehmen die Tiere hauptsächlich dem Gras bzw. den Gräsern. Gehölze und Baumfrüchte haben bei den Kühen und Färsen im Mai/Juni einen Anteil von ca. 10 % am Energie- und Proteinbudget. Im Nov/Dez entnehmen die Kühe ca. 10 % der ME und ca. 3 % des Rohproteins aus dem Gehölzanteil. Bei den Färsen beträgt der Anteil am Energiebudget ca. 2 % und am Proteinbudget ca. 1 %.

Tab. 3-22: Anteil von Gras und Gehölzen an der Futterpflanzennutzung und am Energie- und Proteinbudget der Wörther „Auerochsen“ (Untergliederung in Gruppe der Kühe (n = 3) und Färsen (n = 2)) für beide Beobachtungszeiträume (Nov/Dez 2009 und Mai/Juni 2010)

Anteil an	Futterart	Anteil in %					
		Kühe		Färsen		Mittleres Tier	
		Nov/Dez 2009	Mai/Juni 2010	Nov/Dez 2009	Mai/Juni 2010	Nov/Dez 2009	Mai/Juni 2010
Futterpflanzennutzung	Gras/Gräser	89,3	87,5	97,7	88,9	93,2	88,1
	Gehölze/ Baumfrüchte	10,7	12,5	2,3	11,1	6,8	11,9
ME	Gras/Gräser	90,4	91,2	97,7	90,1	93,3	90,7
	Gehölze/ Baumfrüchte	9,6	8,8	2,3	9,9	6,7	9,3
XP	Gras/Gräser	97,2	89,9	99,2	88,6	98,0	89,4
	Gehölze/ Baumfrüchte	2,8	10,1	0,8	11,4	2,0	10,6

3.4.4.2 Futterpflanzen und Futterproben der Hattinger „Auerochsen“

In Tabelle 3-23 sind alle von den Hattinger „Auerochsen“ gefressenen Futterpflanzen und –arten aufgelistet. Deren Anteile sind für die Gruppen Kühe mit Kalb ($n = 2$), Kühe ohne Kalb ($n = 2$), Bulle ($n = 1$) sowie für das Mittlere Tier ($n = 5$) für die vier Beobachtungsphasen dargestellt.

„Gras“ ist die Hauptnahrung der „Auerochsen“. Während der Beobachtungsphasen im April, August und November ernähren sich die Tiere zu 94 - 100 % von „Gras“. Im März wurden die „Auerochsen“ mit Grassilage zugefüttert. Während dieser Zeit setzt sich die Futterration der Tiere zu 39 - 59 % aus „Gras“ und zu 41 - 61 % aus Silage zusammen. Im November spielen neben „Gras“ Eschenblätter eine Rolle. Deren Anteil beträgt 2 - 6 %. Im Gegensatz zu den Kühen nutzt der Bulle im November auch noch Brombeerblätter und Rasen-Schmiele zu je ca. 2 %. Alle übrigen Futterpflanzen werden von den „Auerochsen“ sporadisch genutzt. Deren Anteil liegt unter 1 %. Es ist zu beachten, dass Pflanzen mit einer Nutzungshäufigkeit von 0 % zu keinem Zeitpunkt genutzt wurden. Deshalb gibt es in diesen Fällen keine Standardabweichung.

Tab. 3-23: Futterpflanzen und prozentualer Anteil derer Nutzung durch die Hattinger „Auerochsen“ (Untergliederung in Gruppe der Kühe mit Kalb (n = 2), Kühe ohne Kalb (n = 2) und Bulle (n = 1)) für alle vier Beobachtungszeiträume (März, April, August und November 2010)

Futterart	Anteil in %															
	Kühe mit Kalb				Kühe ohne Kalb				Bulle				Mittleres Tier \pm SD			
	März 2010	April 2010	Aug 2010	Nov 2010	März 2010	April 2010	Aug 2010	Nov 2010	März 2010	April 2010	Aug 2010	Nov 2010	März 2010	April 2010	Aug 2010	Nov 2010
Gras	58,90	98,63	98,87	93,46	56,59	99,62	99,23	95,99	39,29	100	100	94,16	54,05	99,30	99,24	94,61
													$\pm 11,914$	$\pm 1,013$	$\pm 0,668$	$\pm 1,390$
Eschenblätter	0	0	0,23	6,36	0	0	0,15	3,44	0	0	0	1,55	0	0	0,15	4,23
															$\pm 0,151$	$\pm 2,177$
Brombeerblätter	0	0,15	0	0,18	0	0,38	0	0,57	0	0	0	2,06	0	0,21	0	0,71
														$\pm 0,331$		$\pm 0,886$
Silage	41,10	0	0	0	43,41	0	0	0	60,71	0	0	0	45,95	0	0	0
													$\pm 11,914$			
Buchenblätter	0	0,76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,31	0	0
														$\pm 0,525$		
Bruchweidenblätter	0	0	0,90	0	0	0	0,48	0	0	0	0	0	0	0	0,55	0
															$\pm 0,590$	
Weißdornblätter/- triebe	0	0,45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,18	0	0
														$\pm 0,407$		
Rasen-Schmiele	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,23	0	0	0	0,45
																$\pm 0,999$
Riesenbärenklau (Blätter)	0	0	0	0	0	0	0,14	0	0	0	0	0	0	0	0,06	0
															$\pm 0,123$	

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

Die folgenden Tabellen 3-24 bis 3-27 geben Aufschluss über die Gehalte an Rohasche, Rohprotein, verdaulicher organischer Substanz, umsetzbarer Energie und die Gehalte an Gerüstsubstanzen der Hattinger Futterproben für alle vier Untersuchungsphasen.

Die Rohnährstoffgehalte der beiden Grassilageproben liegen sehr gut beieinander. Kleine Differenzen gibt es beim Gehalt der Gerüstsubstanzen und der verdaulichen organischen Substanz. Die umsetzbare Energie erreicht Werte von 9,3 und 9,6 MJ/kg TM (Tab. 3-24).

Tab. 3-24: Rohaschegehalt (XA) [g/kg TM], Rohproteingehalt (XP) [g/kg TM], Fasergehalt (ADFom, NDFom) [g/kg TM], verdauliche organische Substanz (DOM) [g/kg TM] und umsetzbare Energie (ME) [MJ/kg TM] der Hattinger Futterproben (Silage) von März 2010

Futterart	XA	XP	ADFom [g/kg TM]	NDFom	DOM	ME [MJ/kg TM]
Grassilage 1	56,1	90,8	379	607	599	9,3
Grassilage 2	56,0	85,1	347	560	624	9,6

Für die Werte von XA und XP sind im April Schwankungen je nach Futterart vorhanden, aber nicht so groß (Tab. 3-25). Bei den Gräsern ist der Rohaschegehalt am höchsten und bei den Bruchweiden-, Birken- und Buchenblättern am niedrigsten. Rasen-Schmiele beinhaltet das meiste und die Bruchweidenblätter das wenigste Rohprotein der während dieser Phase genommenen und analysierten Futterproben. Für die Gräser liegen die Werte der Gerüstsubstanzen und der verdaulichen organischen Substanz gut beieinander. Bei den übrigen Futterproben gibt es größere Schwankungen. So sind Brombeer- und Bruchweidenblätter um einiges faserreicher als Buchenblätter und Weißdornblätter mit Blütenknospen. Die organische Substanz der Bruchweidenblätter ist lediglich zu ca. 35 % verdaulich. Die Buchenblätter sind genau wie die Gräser gut verdaulich (Tab. 3-25).

Die umsetzbare Energie der Gräser ist am größten und die der Bruchweidenblätter am niedrigsten. Die ME aller übrigen Futterproben liegt zwischen 10,6 und 11,0 MJ/kg TM (Tab. 3-25).

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

Tab. 3-25: Rohaschegehalt (XA) [g/kg TM], Rohproteingehalt (XP) [g/kg TM], Fasergehalt (ADFom, NDFom) [g/kg TM], verdauliche organische Substanz (DOM) [g/kg TM] und umsetzbare Energie (ME) [MJ/kg TM] der Hattinger Futterproben von April 2010

Futterart	XA	XP	ADFom	NDFom	DOM	ME
	[g/kg TM]					[MJ/kg TM]
Gras (bei Haus)	103	250	261	399	768	11,2
Gras (bei Gänsen)	96,1	224	245	402	804	11,6
Rasen-Schmiele	84,8	270	265	424	784	11,3
Brombeerblätter	63,5	218	-	357	537	10,8
Buchenblätter	58,8	197	-	199	750	10,7
Birkenblätter	53,8	236	-	274	588	11,0
Weißdornblätter & -blütenknospen	67,7	199	-	179	485	10,6
Ohrweidenblätter	64,1	236	-	284	491	10,8
Weidenblätter	61,3	240	-	245	466	10,9
Bruchweidenblätter	52,6	164	-	394	360	9,4

Im August schwanken die Werte der Rohnährstoffe, Gerüstsubstanzen, der verdaulichen organischen Substanz und der Umsetzbaren Energie je nach Futterart stärker (Tab. 3-26). Die XA-Gehalte sind bei den Hainbuchenblättern mit Fruchtständen, Hasel- und Brombeerblättern am niedrigsten und beim Riesenbärenklau und Indischem Springkraut am höchsten. Das „Gras“ der Flächen bei den Gänsen (in diesem Bereich rasteten manchmal Gänse), beim Haus und zwischen der Rasen-Schmiele weist die höchsten XP-Gehalte auf. Weißdornblätter mit Früchten hingegen beinhalten den geringsten Rohproteingehalt. Die mit Abstand faserreichste Fraktion stellen das „Gras“ der Brunftwiese und die Rasen-Schmiele dar. Das „Gras“ der Flächen bei den Gänsen, beim Haus und zwischen der Rasen-Schmiele ist gut und das Indische Springkraut und der Riesenbärenklau sind hoch verdaulich. Rasen-Schmiele und „Gras“ der Brunftwiese besitzen die niedrigste und „Gras“ der Flächen bei den Gänsen und beim Haus die höchste ME. Die umsetzbare Energie aller übrigen Futterproben liegt zwischen 9,4 und 10,9 MJ/kg TM (Tab. 3-26).

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

Tab. 3-26: Rohaschegehalt (XA) [g/kg TM], Rohproteingehalt (XP) [g/kg TM], Fasergehalt (ADFom, NDFom) [g/kg TM], verdauliche organische Substanz (DOM) [g/kg TM] und umsetzbare Energie (ME) [MJ/kg TM] der Hattinger Futterproben von August 2010

Futterart	XA	XP	ADFom	NDFom	DOM	ME
	[g/kg TM]					[MJ/kg TM]
Gras (Brunftwiese)	82,0	148	376	617	530	8,8
Gras (bei Gänsen)	103	275	273	444	740	11,1
Gras (bei Haus)	114	241	243	425	732	11,0
Gras (zwischen Rasen-Schmiele)	107	237	287	449	716	10,7
Rasen-Schmiele	82,0	122	392	658	464	8,0
Indisches Springkraut	135	247	-	256	830	10,7
Riesenbärenklau	152	223	-	304	889	10,2
Brombeerblätter	52,2	172	-	418	657	9,9
Eschenblätter	103	155	-	293	690	9,6
Haselblätter	50,6	224	-	323	566	10,9
Hainbuchenblätter & -fruchtstände	43,6	142	-	289	645	9,8
Weißdornblätter & -früchte	79,7	120	-	321	592	9,4
Bruchweidenblätter	78,7	180	-	306	683	10,0

Im frühen Winter (Tab. 3-27) haben die Brombeerblätter den mit Abstand niedrigsten XA-Gehalt. Der niedrigste XP-Gehalt wurde bei den Eschenblättern gemessen. Rasen-Schmiele und das „Gras“ aller einzelnen Beprobungsflächen beinhalten viel Rohprotein. Faserarm sind Eschenblätter. Im Gegensatz hierzu sind die Gräser und Rasen-Schmiele faserreich. Die Verdaulichkeit der organischen Substanz ist bei den Gräsern am höchsten und bei den Brombeerblättern am niedrigsten.

Die umsetzbare Energie erreicht Werte von 8,1 bis 10,3 MJ/kg TM. Jene ist bei den Gräsern am größten und bei den Eschenblätter am niedrigsten (Tab. 3-27).

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

Tab. 3-27: Rohaschegehalt (XA) [g/kg TM], Rohproteingehalt (XP) [g/kg TM], Fasergehalt (ADFom, NDFom) [g/kg TM], verdauliche organische Substanz (DOM) [g/kg TM] und umsetzbare Energie (ME) [MJ/kg TM] der Hattinger Futterproben von November 2010

Futterart	XA	XP	ADFom	NDFom	DOM	ME
	[g/kg TM]					[MJ/kg TM]
Gras (bei Haus)	162	244	256	482	681	10,1
Gras (Mitte/Kurve)	154	251	252	490	694	10,3
Gras (oben bei Gänsen)	131	252	272	484	698	10,3
Gras (ganz oben bei Gänsen)	106	210	267	521	687	10,3
Gras (Brunftwiese)	118	263	278	554	672	10,1
Rasen-Schmiele	93	171	305	549	635	9,8
Eschenblätter	132	93,7	-	348	598	8,1
Brombeerblätter	61,7	130	-	465	574	8,8

Tab. 3-28 ist der Anteil von Gras und Gehölzen an der Futterpflanzennutzung sowie am Energie- und Proteinbudget der Hattinger „Auerochsen“ zu entnehmen. Die Tiere ernähren sich im April und August fast ausschließlich von Gras bzw. Gräsern. Gehölze und Baumfrüchte haben während dieser beiden Beobachtungsphasen nur einen Anteil von ca. 1 % an der Futterpflanzennutzung sowie am Energie- und Proteinbudget. Im November werden Gehölze etwas häufiger von den „Auerochsen“ genutzt. Bei dem Bullen (n = 1) und den Kühen ohne Kalb (n = 2) beträgt deren Anteil an der gesamten Futterpflanzennutzung ca. 4 %, am Energiebudget ca. 3 % und am Proteinbudget ca. 2 %. Bei den Kühen mit Kalb (n = 2) beträgt der Anteil der Gehölze an der Futterpflanzennutzung 6,5 %, am Energiebudget ca. 5 % und am Proteinbudget ca. 3 %.

Tab. 3-28: Anteil von Gras und Gehölzen an der Futterpflanzennutzung und am Energie- und Proteinbudget der Hattinger „Auerochsen“ (Untergliederung in Gruppe der Kühe mit Kalb (n = 2), Kühe ohne Kalb (n = 2) und Bulle (n = 1)) für die Beobachtungszeiträume April, August und November 2010

Anteil an	Futterart	Anteil in %											
		Kühe mit Kalb			Kühe ohne Kalb			Bulle			Mittleres Tier		
		April 2010	August 2010	Nov 2010	April 2010	August 2010	Nov 2010	April 2010	August 2010	Nov 2010	April 2010	August 2010	Nov 2010
Futterpflanzennutzung	Gras/Gräser	98,6	98,9	93,5	99,6	99,4	96,0	100	100	96,4	99,3	99,3	95,0
	Gehölze/ Baumfrüchte	1,4	1,1	6,5	0,4	0,6	4,0	0,0	0,0	3,6	0,7	0,7	5,0
ME	Gras/Gräser	98,7	98,9	94,7	99,6	99,4	96,8	100	100	97,0	99,3	99,3	96,0
	Gehölze/ Baumfrüchte	1,3	1,1	5,3	0,4	0,6	3,2	0,0	0,0	3,0	0,7	0,7	4,0
XP	Gras/Gräser	98,9	99,1	97,4	99,7	99,5	98,3	100	100	98,3	99,4	99,5	97,9
	Gehölze/ Baumfrüchte	1,1	0,9	2,6	0,3	0,5	1,7	0,0	0,0	1,7	0,6	0,5	2,1

3.4.4.3 Nahrungszusammensetzung - statistische Analyse

Tab. 3-29 sind die Ergebnisse der statistischen Analyse des Anteils von „Gras“ und „Laub/Gehölze“ an der aufgenommenen Nahrung und die Gehalte von „NDF“, „XP“ und „ME“ der Futterpflanzen zu entnehmen. Fast alle analysierten Variablen ergaben hochsignifikante Effekte. Lediglich die Interaktion Gebiet * Jahreszeit ergab bei der abhängigen Variablen „ME“ einen signifikanten Effekt ($p = 0,040$). Keine signifikanten Effekte lieferten der Faktor Jahreszeit bei der abhängigen Variablen „Anteil Gras“ ($p = 0,714$) und der Faktor Gebiet bei der abhängigen Variablen „NDF“ ($p = 0,091$).

Tab. 3-29: Effekte von Gebiet und Jahreszeit auf den Anteil von „Gras“ und „Laub/Gehölze“ an der aufgenommenen Nahrung sowie auf den aufgenommenen Gehalt an „NDF“, „XP“ und „ME“ der Futterpflanzen: Ergebnis der zweifaktoriellen ANOVA. Die signifikanten Effekte sind fettgedruckt.

Abhängige Variablen	Unabhängige Variablen	F-Wert	p
Anteil Gras	Gebiet	26,445	< 0,001
	Jahreszeit	0,139	0,714
	Gebiet * Jahreszeit	13,794	0,002
Anteil Laub/Gehölze	Gebiet	25,884	< 0,001
	Jahreszeit	27,347	< 0,001
	Gebiet * Jahreszeit	131,748	< 0,001
NDF	Gebiet	3,240	0,091
	Jahreszeit	13,631	0,002
	Gebiet * Jahreszeit	332,607	< 0,001
XP	Gebiet	702,152	< 0,001
	Jahreszeit	315,561	< 0,001
	Gebiet * Jahreszeit	221,830	< 0,001
ME	Gebiet	293,633	< 0,001
	Jahreszeit	175,040	< 0,001
	Gebiet * Jahreszeit	4,981	0,040

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

Baumfrüchte wie z. B. Eicheln waren im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ nicht vorhanden. Deshalb wurde die statistische Analyse dieser abhängigen Variablen nur für das Gebiet Insel Wörth und den Faktor Jahreszeit durchgeführt. Die statistische Analyse ergab einen signifikanten Effekt ($p = 0,023$) (Tab. 3-30).

Tab. 3-30: Effekt der Jahreszeit auf die Nutzung der „Baumfrüchte“ der Wörther „Auerochsen“: Ergebnis der einfaktoriellen ANOVA. Der signifikante Effekt ist fettgedruckt.

Abhängige Variablen	Unabhängige Variablen	F-Wert	p
Anteil Baumfrüchte	Jahreszeit	7,811	0,023

3.5 Diskussion

3.5.1 Methodendiskussion

Die angewandten Beobachtungs- und Aufzeichnungsmethoden „scan sampling“ mit „time sampling“ für das Verhalten der „Auerochsen“ erwiesen sich als gut durchführbar und den entsprechenden Beobachtungsbedingungen angepasst. Ein gleichzeitiges Erfassen aller Tiere war in beiden Untersuchungsgebieten fast immer möglich. Unter Einhaltung eines Mindestabstandes von ca. 50 m zu den „Auerochsen“ im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ und ca. 30 m zu denen auf der Insel Wörth, konnte man den Tieren gut folgen. Mit einem Scanintervall von fünf Minuten wurden die Verhaltensweisen und Habitatnutzungen, die die Tiere am häufigsten zeigten bzw. nutzten, gut erfasst. Kurzweilige Verhaltensweisen wie z. B. „Lecken“ und „Saufen“ konnten nicht immer dargestellt werden. Hierfür hätten kürzere Abstände der Scanintervalle gewählt werden müssen, oder man hätte sogar die Methode des „focal samplings“ nach Martin und Bateson (2007) anwenden müssen, um das Verhalten des Einzeltieres genauer beurteilen zu können. Durch die gewählte Länge der Scans treten geringfügige Abweichungen wie z. B. bei der Aktivität „Ziehen“ (Tab. 3-7) auf. Im Nov/Dez zogen die Kälber zu 7 % und die Kühe und Färsen zu je 6 %. Dass die Kälber mehr Zeit mit „Ziehen“ verbringen als die Kühe, liegt daran, dass die Jungtiere bei einem Scan noch „zogen“, wenn die Kühe bereits wieder „fraßen“ bzw. einer anderen Aktivität nachgingen.

Die Wahl der Beobachtungsphasen liefert einen guten Einblick in das Aktivitätsbudget und die Habitat- und Futterpflanzennutzung der „Auerochsen“ während der unterschiedlichen Jahreszeiten, jedoch nicht während der Nächte. Weil sich die Tiere morgens an derselben Stelle aufhielten wie am Abend zuvor, wird davon ausgegangen, dass sie während der meisten Zeit der Nacht wiederkauten und ruhten, und höchstens in der näheren Umgebung etwas fraßen. Die Lagerungsplätze und Kotstellen verstärken diese Vermutung. Nach Mülleder (2008) verbringen Rinder ca. acht bis zehn Stunden pro Tag mit der Nahrungsaufnahme, wobei die Hauptfresszeiten am Morgen und abends bis zum Einbruch der Dunkelheit sind. Obst und Scheibe (2001) fanden in ihren Untersuchungen heraus, dass Heckrinder mindestens eine nächtliche Aktivitätsphase um Mitternacht von ca. 1 bis 1,5 h zeigen, wobei aber nicht in jedem Falle Nahrung aufgenommen wird. Um die

nächtliche Aktivität der „Auerochsen“ näher zu beleuchten, müsste man die Tiere mit einem Nachtsichtgerät beobachten.

3.5.2 Ergebnisdiskussion

3.5.2.1 Aktivitätsbudget

Die beobachteten „Auerochsen“ verbringen den größten Teil der Zeit mit „Fressen, Fressen/Ziehen“. Alle Daten zusammen genommen, beträgt der Anteil des „Fressens“ bei den Wörther „Auerochsen“ über 57 % und bei den Hattinger „Auerochsen“ über 44 %. Die statistische Analyse lieferte hier sowohl für den Faktor Gebiet als auch für den Faktor Jahreszeit hochsignifikante Effekte ($p < 0,001$) (Tab. 3-11). Darüber hinaus konnte auch gezeigt werden, dass „Fressen, Fressen/Ziehen“ bei allen Gruppen im November bzw. November/Dezember im Vergleich mit den anderen Beobachtungsphasen deutlich erhöht ist. Im Frühjahr und Sommer ist der Anteil des „Fressen, Fressen/Ziehen“ annähernd gleich groß. Poettinger (2001) hingegen zeigte, dass die Grasaufnahme im Frühjahr und im Herbst verglichen mit dem Sommer erhöht ist. Nach Tilger (2005) unterliegt die Futteraufnahme beim Rind auch einem circadianen Rhythmus, der neben der Photoperiode von der Verfügbarkeit und Beschaffenheit der Nahrung und von sozialen Kontakten beeinflusst wird. Dass die Hattinger „Auerochsen“ am Winterende (März) deutlich weniger Zeit mit „Fressen, Fressen/Ziehen“ verbrachten als während der übrigen Monate, liegt daran, dass die Tiere während dieser Zeit noch mit Silage zugefüttert wurden. So war es ihnen möglich, innerhalb kurzer Zeit viel zu fressen, ohne weite Strecken zurücklegen zu müssen. Sambraus (1978) gibt an, dass der Zeitraum, der für die Futteraufnahme benötigt wird, mehr von den Vegetationsverhältnissen als vom Klima beeinflusst wird. Die beobachteten „Auerochsen“ fraßen den Bewuchs so weit wie möglich ab. Zu Vegetationsbeginn und Vegetationsende zogen die Tiere mehr umher, um die besten Nahrungsgründe zu finden. Zu Zeiten des Nahrungsüberflusses nimmt der Anteil des „Ziehen“ ab. Außerdem können die „Auerochsen“ ihren Nahrungsbedarf schneller sättigen, weil mehr Biomasse vorhanden ist. Nach Müllender (2008) ist der größte Teil der Bewegung mit der Nahrungsaufnahme verbunden. Je nach Nahrungsangebot kann dies 10-12 Stunden pro Tag ausmachen. An einem Tag werden dabei Wegstrecken von mehreren Kilometern zurückgelegt. Im November verbringen die Tiere noch einmal deutlich mehr Zeit mit „Fressen, Fressen, Ziehen“ als während der übrigen

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

Beobachtungsphasen. Während dieser späten Jahreszeit nimmt die Quantität und Qualität der Vegetation ab. Folglich müssen die Tiere mehr Zeit für die Nahrungsaufnahme verbringen, um ihren Energiebedarf zu decken. Obst und Scheibe (2001) schreiben, dass die Verteilung der tagesrhythmischen Aktivität der Heckrinder in erster Linie von der Tageslänge und in entscheidendem Maße von der Verfügbarkeit und Qualität des Futters abhängt. Eine schlechte Futterqualität und -quantität und die damit verbundene ungünstige Energieausbeute führt zu längeren Fresszeiten und kann somit rhythmologische Veränderungen nach sich ziehen.

Ruheverhalten zeigen „Auerochsen“ „Stehend“ oder „Liegend“. Die Liegezeiten sind vor allem wichtig für die Wiederkauphasen und Verdauungsvorgänge beim Rind (Bogner und Grauvogl, 1984; Poettinger, 2011). Nicht desto trotz kauen Rinder auch im Stehen wieder. Nach Mülleider (2008) sind die sechs bis zehn Ruhephasen über den vollen Tag (24 Stunden) verteilt, wobei davon ein großer Anteil auf die Nachtstunden fällt. Insgesamt ruhen Rinder ca. 9 - 12 Stunden pro Tag. Der für die psychische Regeneration erforderliche Tiefschlaf, der nach Rist et al. (1992) durch eine charakteristische Liegeposition gekennzeichnet ist, bei der der Hals des Tieres zu einer Körperseite gewendet und der Kopf auf die Flanke oder den Boden gestützt ist, nimmt nach Sambras (1978) bei Rindern nur einen geringen Teil der Zeit ein, wobei die tägliche Tiefschlafdauer von 30 Minuten auf sechs bis zehn Perioden von ungefähr vier Minuten verteilt ist. Weil bei den beobachteten „Auerochsen“ der Anteil der Tiefschlafphasen durch die angewandte „scan sampling“-Methode mit einem Scanintervall von fünf Minuten gering ist, wurden die unterschiedlichen liegenden Ruhepositionen der Tiere zu „Ruhen liegend“ zusammen gefasst. Um die einzelnen Ruhepositionen getrennt beurteilen zu können, hätte man kürzere Abstände der Scanintervalle wählen müssen. Alle Daten zusammen genommen, beträgt der Anteil des „Ruhen stehend“ bei den Wörther „Auerochsen“ über 5 % und bei den Hattinger Tieren fast 14 %. Der Anteil des „Ruhen liegend“ beträgt bei den Wörther „Auerochsen“ über 6 % und bei den Hattinger „Auerochsen“ fast 6 %. Genau wie bei den Untersuchungen von Poettinger (2011) konnten auch in der vorliegenden Arbeit in beiden Untersuchungsgebieten ein Rückgang des Liegeverhaltens bei niedrigen Temperaturen beobachtet werden. Die Jahreszeit wirkte sich allerdings nicht signifikant auf den Anteil des Liegen bzw. Stehen am Ruheverhalten aus ($p = 0,232$) (Tab. 3-11). Der hohe Anteil des „Ruhen stehend“ bei den Hattinger Tieren resultiert

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

aus dem März-Wert. Während dieser Zeit herrschte eine durchschnittliche Lufttemperatur von 3,7 °C. Außerdem gab es Bodenfröste und hin und wieder Schneeschauer. Poettinger (2011) fand in ihren Untersuchungen heraus, dass die Aktion „Liegen“ ab Temperaturen unter 0 °C kaum noch verzeichnet wird. Durch den Umstand, dass die Hattinger Tiere im Winter mit Silage zugefüttert wurden, verkürzte sich auch die Zeit der Nahrungsaufnahme, wodurch sich die Anteile der übrigen Aktivitäten, insbesondere des „Ruhen“, verlängerten. Die Zufütterung mit reichlich Silage ist mit einer Stallhaltung vergleichbar, bei der nach Sambras (1991) die Liegezeit zumeist bedeutend länger ist, da die Futteraufnahme weniger Zeit in Anspruch nimmt als bei Weidehaltung. Im Gegensatz zum Stall, in dem den Tieren trockene Liegeflächen (Mülleider, 2008) angeboten werden sollen, war der Boden hier kalt und nass, wodurch die Tiere „stehend ruhten“. Brinkmann et al. (2012) beschreiben bei Shetlandponys ebenfalls einen niedrigen Anteil der Aktion „Liegen“ im Dezember. Die höchste durchschnittliche tägliche Liegezeit verbrachten die Ponys im Mai. Brinkmann et al. (2012) führen an, dass Pferde es meiden, sich auf kalte und nasse Böden abzulegen.

Das Wiederkauen setzt ca. 30-60 Minuten nach der Nahrungsaufnahme ein (Bahr, 2007). Auf den gesamten Tag bezogen, nimmt das Wiederkauen je nach Art der Fütterung fünf bis acht Stunden in Anspruch und unterteilt sich in 10-15 Wiederkauperioden mit ca. 30 Minuten je Periode (Sambras, 1991). Nach Literaturangaben wird Wiederkauen vor allem im Liegen und demzufolge in der Ruhezeit vollzogen (Bahr, 2007; Mülleider, 2008). Jerock et al. (2008) geben sogar an, dass die Kau- und Wiederkautätigkeit unter physiologischen Verhältnissen den weitaus überwiegenden Teil des Tages in Anspruch nimmt. In der vorliegenden Arbeit wurden keine Daten während der Nacht aufgenommen. Deshalb können lediglich Aussagen bezüglich des Anteils der Wiederkauhäufigkeit an der gesamten Aktivität während der hellen Tagesstunden getroffen werden. In den eigenen Beobachtungen konnte gesehen werden, dass die „Auerochsen“ im Winter und bei feuchten Witterungsverhältnissen bevorzugt im „Stehen wiederkauen“. Weil das „Wiederkauen“ mit dem „Ruhen“ der Tiere gekoppelt ist (Bahr, 2007; Mülleider, 2008), bei dem das „Liegeverhalten“ bei niedrigen Temperaturen abnimmt (Poettinger, 2011), bleiben die „Auerochsen“ auch jetzt bevorzugt stehen. Auf diese Weise werden sie weniger Wärme und Energie über den kalten und feuchten Boden

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

verlieren. Zudem ist der Anteil des „Wiederkauens“ im Frühjahr und Herbst gering, der Anteil der Futteraufnahme jedoch groß. Dies lässt darauf schließen, dass die Tiere die hellen Tagesstunden zur Nahrungsaufnahme und die Nachtstunden zum Wiederkauen und Ruhen nutzten. Am Winterende (März) wurden die Hattinger „Auerochsen“ noch mit Silage zugefüttert. In kurzer Zeit konnten sie viel fressen, wodurch auch viel Zeit für andere Aktivitäten übrig blieb. Deshalb und aufgrund der Futteraufnahmekapazität (Jeroch et al., 2008) und des „Pansenengpasses“ (Vulink, 2001; Bunzel-Drücke, 2004) entfällt auch ein großer Anteil des „Wiederkauens“ auf die Tagesstunden.

Immer wieder suchten „Auerochsen“ die angebotenen Mineral- und Salzleckstellen auf. Bei den Tieren besteht ein individuell unterschiedlicher Bedarf. Durch die angewandte Methode des „scan sampling“ mit einem Scanintervall von fünf Minuten wurde die oft nur kurzzeitig ausgeführte Aktivität des „Leckstein“ nicht immer aufgenommen. Um eine detaillierte Nutzung zu untersuchen, müsste man kürzere Abstände der Scanintervalle wählen, oder sogar die Methode des „focal samplings“ nach Martin und Bateson (2007) anwenden.

Rinder sind Herdentiere, die eine deutlich ausgeprägte soziale Struktur und Rangordnung haben. Sie halten eine Individualdistanz zueinander ein und zeigen sozio-positives Verhalten, wie zum Beispiel gegenseitiges Belecken (Mülleider, 2008). Dieses soziale Lecken wurde immer wieder beobachtet. Durch die Wahl der Scanintervalle von fünf Minuten wurde der eher kurzweilige Sozialkontakt jedoch nicht so häufig mit in die gesammelten Daten aufgenommen.

Neben dem Sozialkontakt spielt das „Saugen der Kälber“ eine große Rolle. Je älter die Kälber werden, desto weniger abhängig und betreut sind bzw. werden sie von ihrer Mutter. Dementsprechend nimmt der Anteil der Aktivität „Sonstiges“ ab. Nach Bogner und Grauvogl (1984) beginnen Kälber bereits in der zweiten Woche mit der Aufnahme von Gras. Poettinger (2011) beobachtete, dass ganz junge Kälber mehr „knabbern“ als wirklich effektiv zu grasen. Bei den eigenen Beobachtungen fiel auf, dass die Kälber oft Gehölzpflanzen aufsuchten, um daran zu „knabbern“ bzw. zu fressen.

Der Anteil des Saufens ist in der Aktivität „Sonstiges“ gering. Ebel (2002) gab für die tägliche Wasseraufnahme eine Zeit von 9-12 Minuten an. In beiden

Untersuchungsgebieten hatten die „Auerochsen“ Zugang zu reichlich Wasserstellen. Das als sehr variabel beschriebene Trinkverhalten von Rindern (Sambraus, 1978; Poettinger, 2011) kann auch durch die eigenen Beobachtungen unterstützt werden. Bogner und Grauvogl (1984) geben an, dass das Trinkverhalten von der Entfernung zur Wasserstelle abhängen kann. Je näher diese gelegen ist, desto häufiger saufen die Tiere. Die aufgenommene Wassermenge wird allerdings geringer.

3.5.2.2 Habitatnutzung und Einfluss des Klimas auf die „Auerochsen“

In beiden Gebieten wurden unterschiedliche Habitate von den „Auerochsen“ bevorzugt. Die Hattinger Herde präferierte im März die „Mähweide“ und während der übrigen Jahreszeiten das Habitat „Solitärbaum“. Die „Weide“ wurde das ganze Jahr über frequentiert. Die Wörther „Auerochsen“ bevorzugten im November/Dezember die Habitate „Allee“ und „Baumreihe“ und während der Beobachtungsphase im Mai/Juni 2010 „Baumhecke“ und „Solitärbaum“. Zusätzlich zeigten die Kälber im Winter eine Vorliebe für „Waldrand zu Offenland“. „Offenland Typ 3“ (artenreiches Wirtschaftsgrünland) wurde während aller Beobachtungsphasen von den Wörther Tieren präferiert. „Auerochsen“ gehören zum Ernährungstyp „Gras- und Raufutterfresser“ („grazer“) (Bunzel-Drücke, 2004; van Vuure, 2005) und bevorzugen faserreiche Gräser, Kräuter, Blätter oder Triebe von Sträuchern und Bäumen (Gerken et al., 2008). Weil die Rinder einen großen Teil des Tages für die Nahrungsaufnahme nutzen, präferieren sie Offenland, um ihre Hauptnahrung „Gras“ aufnehmen zu können.

Die statistische Analyse der Nutzung von Offenland und Feldgehölzen sowie den Präferenzindices von Offenland und Feldgehölzen (Tab. 3-17) ergab fast überall hochsignifikante Effekte des Gebietes und der Jahreszeit ($p < 0,001$). Lediglich die Interaktion von Gebiet und Jahreszeit ergab bei der „Nutzung von Offenland“ und deren Präferenzindex einen stark signifikanten Effekt ($p = 0,001$). Abhängig von der Jahreszeit wurde der Wald bei den Wörther „Auerochsen“ unterschiedlich stark genutzt ($p < 0,001$) (Tab. 3-18). So suchten die Tiere die unterschiedlichen Waldtypen im Nov/Dez deutlich häufiger auf als im Mai/Juni. Im Spätfrühling wurde nur der Erlensumpfwald kurz frequentiert (Tab. 3-12). Abhängig von der Jahreszeit wurden die Waldränder von den Wörther „Auerochsen“ nicht signifikant genutzt ($p = 0,0791$) (Tab. 3-18). Die tatsächliche prozentuale Nutzungshäufigkeit zeigt aber, dass die Tiere den Waldrand zu Offenland deutlich häufiger aufsuchen als im

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

Mai/Juni (Tab. 3-12). Beim Waldrand zu Wasserrändern - dieser wird deutlich seltener genutzt als der Waldrand zu Offenland - verhält es sich genau umgekehrt: die Tiere frequentierten jenen im Spätf Frühling häufiger als im Winter. Gründe für dieses Verhalten können vielfältig sein. Zum einen unterscheidet sich das Nahrungsangebot durch die unterschiedlichen Bodenverhältnisse und die damit unterschiedliche Vegetation, zum anderen kann das Wasser im Sommer kühlend wirken und ist im Gegensatz zum Winter (Eisbildung und Rutschgefahr durch überfrierende Nässe) jetzt eine leicht zugängliche Wasserquelle. Weiterhin bietet der Waldrand zu Offenland besseren Schutz vor widrigen Wetterverhältnissen - wie sie häufiger im Winter vorherrschen - als der Waldrand zu Wasserrändern.

Durch den Vergleich der beiden völlig unterschiedlichen Gebiete Insel Wörth und Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ wird deutlich, dass durch den wetterharten und genügsamen „Auerochsen“ (Sambraus, 2011) verschiedene Lebensräume und Landschaftselemente genutzt werden. Dabei spielen vor allem Offenland- und die unterschiedlichsten Gehölzstrukturen eine Rolle. Diese dienen als Nahrungsquelle, Ruhezone, Schattenspendern und Unterstellmöglichkeit bei widrigen Wetterverhältnissen. Wie die vorliegenden Untersuchungen zeigen, werden Nadelwälder von den Tieren nicht gerne genutzt. Scheibe et al. (1998) zeigen bei Heckrindern sogar eine durchgehende Meidung eines Nadelwäldchens. Um sagen zu können, welches Habitat für welche Aktivität genutzt und präferiert wird, müssen weiterführende Studien durchgeführt werden. Hierzu müssen die genauen Laufwege, Aufenthaltsorte und Ruhezone aufgenommen werden, d. h. an welchem Ort findet welche Aktivität statt. Anhand der vorliegenden Studie können diesbezüglich keine Aussagen getroffen werden, weil die zeitliche Länge der einzelnen Aktivitäten und die Habitat-Aufenthaltsdauer getrennt voneinander aufgenommen wurden. Interessant zu wissen wäre auch, wie die „Auerochsen“ ihren Lebensraum täglich nutzen, das heißt welche Wege sie ziehen und wo sie sich wie lange aufhalten.

Generell bevorzugen Rinder zum Liegen offene dem Wind ausgesetzte Stellen und suchen bei großer Hitze eher Schattenplätze auf (Sambraus, 1978; Poettinger, 2011). Deshalb ist es neben dem Nahrungsangebot wiederum wichtig, den „Auerochsen“ einen abwechslungsreichen Lebensraum mit unterschiedlichen Offenland- und Gehölzstrukturen anzubieten, damit sie bei Bedarf Schattenplätze aufsuchen können. Aus den eigenen Beobachtungen kann auch berichtet werden, dass trockene und geschützte Flächen unter Solitär-bäumen, Baumgruppen oder

Waldstrukturen zudem gerne für Ruhephasen genutzt werden, wo die Tiere sich auch hinlegen können.

Bunzel-Drücke et al. (1999) geben an, dass Heckrinder im Laufe eines Tages meistens über die gesamte ihnen zur Verfügung stehende Fläche ziehen und zum Wiederkauen und Schlafen wechselnde Bereiche nutzen. Außerdem sind sie offenbar sehr „reviertreu“ und versuchen in ausreichend großen Gehegen nicht die ihnen bekannten Flächen zu verlassen. Genau wie Pferde können Rinder Weidezäune überspringen (Bunzel-Drücke et al., 1999). In beiden Untersuchungsgebieten hätten die „Auerochsen“ auch die Möglichkeit gehabt, einen Zaun zu überspringen oder ein Gewässer zu durchschwimmen: in Hattingen die Ruhr und auf Wörth den Staffelsee. Nach Berichten der Eigentümer hat aber noch nie ein Tier versucht, den Lebensraum zu verlassen.

3.5.2.3 Futterpflanzen und Futterproben

Die Hauptnahrung der „Auerochsen“ ist Gras. In der Literatur trifft man immer wieder auf Arbeiten, die dieses Ergebnis bestätigen und unterstützen (Bunzel-Drücke, 2004; van Vuure, 2005; Gerken et al., 2008). Wenn die Tiere im Winter oder während Notzeiten zugefüttert werden, nimmt der Frischgrasanteil jedoch deutlich ab und der Anteil an Heu oder Silage nimmt zu. Van Vuure (2005) hat die Nahrung der Auerochsen in ihrem ursprünglichen Habitat unter Zuhilfenahme unterschiedlicher Literaturquellen, anhand der Morphologie und der aufgenommenen Nahrung von domestizierten Rindern rekonstruiert: im Frühjahr und Sommer fraßen die Tiere hauptsächlich Gras und hin und wieder Stauden und Blätter von Bäumen und Sträuchern. Im Herbst nahm der Grasanteil ab und der Anteil an Bäumen und Sträuchern nahm zu. Nahrungsergänzungen waren Baumfrüchte und abgefallene Blätter. Im Winter ernährten sich die Auerochsen neben Gras und Stauden von Ästen und Zweigen und zu einem geringen Anteil von Baumrinde. In der vorliegenden Arbeit ergänzten die Wörther „Auerochsen“ im Herbst ihren Speiseplan mit Eicheln. Dabei ist der Anteil bei den Kühen deutlich höher als bei den Färsen (Tab. 3-22). Dies ist wohl auf die höhere Position der Kühe in der Rangordnung zurück zu führen. Unter den Eichensolitärbäumen fanden nicht alle Tiere der Herde einen Fressplatz. Für das Gebiet wird berichtet, dass auch Kastanien gerne gefressen werden (Walter Frisch, 2010, persönliche Mitteilung). Zum Zeitpunkt der Datenaufnahme im Nov/Dez

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

war die Kastanienmast bereits vorüber. Trittspuren deuten aber darauf hin, dass die Früchte von den „Auerochsen“ gefressen wurden. Bucheckern waren zahlreich vorhanden, wurden aber zum Zeitpunkt der Datenaufnahmen nicht von den Tieren gefressen. Vermutlich war es den „Auerochsen“ zu zeitaufwendig, die kleinen Früchte aufzusammeln (negatives Kosten-Nutzen-Verhältnis). Möglicherweise sind die energiereichen, fettigen, rohfaserreichen und nur mäßig verdaubaren Bucheckern (Tab. 3-20, Anhang Tab. A 12; Jeroch et al., 1993) durch die in der Schale enthaltenen Tannine (Jeroch et al., 1993) auch nicht so schmackhaft wie Kastanien oder Eicheln. Rahmann (2004) gibt an, dass bei der Aufnahme von Gehölzfutter die Erreichbarkeit, Schmackhaftigkeit, Verträglichkeit, Abwehrmechanismen und Verfügbarkeit eine Rolle spielen. Außerdem beschreibt er individuelle Unterschiede im Rahmen der Futterpflanzenwahl innerhalb einer Art bzw. Rasse. Die Wörther „Auerochsen“ nutzen im Herbst/Winter zu einem geringen Anteil immer wieder Gras vom Offenland Typ 2 (Sumpfdotterblumenwiese und feuchtes Intensivgrünland), sowie Binsen und Simsen. Inwieweit die Tiere dieses Habitat während der Frühjahr- und Sommermonate nutzen würden, kann im Rahmen dieser Arbeit nicht konkret beurteilt werden. Um im August Heu für den Winter ernten zu können, werden für ein paar Monate Flächen der Insel ausgezäunt. Deshalb war den Tieren im Mai/Juni nur eine kleine Fläche des Offenland Typ 2 zugänglich. Zur Nahrungsaufnahme wurde diese allerdings nicht genutzt. Obst und Scheibe (2001) schreiben, dass Heckrinder bei ausreichendem Futterangebot Feuchtwiesen meiden. Diese Meidung ist wohl auf die geringere Futterqualität der meisten Nasswiesen zurück zu führen. Betrachtet man die Ergebnisse der Futteranalysen, so fällt ein erhöhter Fasergehalt, eine schlechte Verdaulichkeit und eine niedrige umsetzbare Energie der Binsen und Simsen auf (Tab. 3-20). Genau wie die ursprünglichen Auerochsen (van Vuure, 2005) fraßen die Wörther Tiere im Mai/Juni immer wieder Blätter von Bäumen und Sträuchern. Hochsignifikante Effekte ($p < 0,001$) konnten sowohl für die Faktoren Jahreszeit und Gebiet als auch für die Interaktion Gebiet * Jahreszeit gezeigt werden (Tab. 3-29). Wenn die Blätter für die Tiere besser erreichbar gewesen wären, wäre deren Anteil vermutlich noch größer gewesen. Immer wieder konnte beobachtet werden, dass „Auerochsen“ versuchten, an Blätter zu gelangen (Abb. 3-8 a und b). Dabei gab es verschiedene Strategien: zum einen streckten sie sich, um jeden Millimeter ihrer Körpergröße auszunutzen. Zum anderen wurden Eschenbäumchen sehr geschickt mit den Hörnern umfasst, festgehalten und umgebogen, um so an die

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

Blätter zu gelangen. Gerken et al. (2008) beschreiben einen Gehölzverbiss vor allem an jungen und liegenden Buchen. Schälschäden wurden auf der Insel Wörth nicht beobachtet.



Abb. 3-8 a



Abb. 3-8 b

Abb. 3-8 a und b: Kastanien- und Weißdornblätter fressende „Auerochsen“-Kühe auf der Insel Wörth (eigene Aufnahmen)

Mutterkühe und trockenstehende Milchkühe fressen zwischen 10 und 14 kg Trockenmasse pro Tag (Spiekers und Potthast, 2004; Lfl, 2008; Brändle et al., 2009; Landwirtschaftskammer NRW, 2012). Demnach nehmen die Wörther „Auerochsen“ täglich zwischen 92 und 140 MJ ME auf. Der Energiebedarf der Färsen steigt zum Frühjahr und Sommer hin an. Dies ist auf die fortschreitende Trächtigkeit der Tiere zurück zu führen. Die Tiere haben während der Sommer- und Herbstmonate abgekalbt (Walter Frisch, 2010, mündlich). Trotz Trächtigkeit und Laktation fraßen die Kühe im Gegensatz zu den Färsen nur geringfügig energiereichere Pflanzen (Tab. 3-31). Vermutlich können die erwachsenen Tiere den steigenden Energiebedarf (Spiekers und Potthast, 2004) durch eine erhöhte Futteraufnahme (Brändle et al., 2009; Landwirtschaftskammer NRW, 2012) kompensieren. Das Wachstum der Färsen ist noch nicht abgeschlossen (Spiekers und Potthast, 2004). Deshalb haben die Färsen noch keine so große Pansenkapazität wie die Kühe. Einen höheren Energiebedarf müssen die Färsen durch energiereicheres Futter decken. Schmidt et al. (2004) stellten in ihren Untersuchungen an Jungrindern unterschiedlicher Rassen jedoch fest, dass die Differenzen in der Lebendmassezunahme zwischen den einzelnen Tieren mehr durch Unterschiede in der aufgenommenen Futtermenge als durch unterschiedliche Selektion des

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

Weidegrases verursacht wird. Nicht desto trotz selektieren Weidetiere bei ausreichendem Futterangebot qualitativ bessere Futter (Schmidt et al., 2004).

Im Frühjahr (April) und Sommer (August) ist die Hauptnahrung der Hattinger „Auerochsen“ Gras. Gelegentlich fressen sie Blätter von Bäumen und Sträuchern. Im Herbst (November) nimmt - genau wie van Vuure (2005) bei den ursprünglichen Auerochsen rekonstruierte - der Grasanteil ab und der Anteil an Blättern zu (Tab. 3-28). Die Tiere nutzen die Zeit des Laubfalls aus ($p < 0,001$), um an die sonst für sie unerreichbaren Eschenblätter der großen Solitäräume zu gelangen. Außerdem bereichern manche „Auerochsen“ der Ruhraue ihren Speiseplan mit Rasen-Schmiele (Tab. 3-23). Viele Tiere verschmähen jedoch jene harten und scharfkantigen Blätter. Im Winter wird die angebotene Silage gut angenommen (Tab. 3-23). Der Anteil des Grasens wird um etwa die Hälfte reduziert. Für die „Auerochsen“ ist es viel einfacher, das vorgesetzte und energetisch günstige Futter aufzunehmen, als einen Großteil des Tages die immer spärlicher und energieärmere Vegetation abzugrasen. Außerdem können Rinder keine nahe am Boden wachsende Pflanzen fressen, da jene die Pflanzen mit der Zunge umfassen müssen, um sie dann abzurupfen (Rahmann, 2004). Das Schälen von Gehölzen wurde nicht direkt beobachtet, Schälsschäden waren aber an jüngeren Bäumen vorhanden (Abb. 3-9 a und b).



Abb. 3-9 a



Abb. 3-9 b

Abb. 3-9 a und b: Schälsschäden an jungen Bäumen im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ (eigene Aufnahmen)

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

Bei einer angenommenen, täglichen Trockenmasseaufnahme von 10-14 kg (Spiekers und Potthast, 2004; Lfl, 2008; Brändle et al., 2009; Landwirtschaftskammer NRW, 2012) nehmen die Hattinger „Auerochsen“ täglich zwischen 101 und 160 MJ ME auf. Der durchschnittliche Energiegehalt der gefressenen Pflanzen ist im April am größten und nimmt im Jahresverlauf ab (Tab. 3-31). Die Kühe mit Kalb wählen keine energiereicheren Futterpflanzen aus, als die Kühe ohne Kalb oder den Bullen. Demzufolge reicht ihnen die aufgenommene Energie, die scheinbar allein durch die Futtermenge kompensiert wird, aus, um ihren Energiehaushalt zu decken. Zu beachten ist, dass die maximale tägliche Futteraufnahmekapazität durch das Magen-Darm-Volumen begrenzt ist (Rahmann, 2004). Im März kann der durchschnittliche Energiegehalt des aufgenommenen Futters nicht angegeben werden, weil keine Grasproben analysiert wurden. Zu dieser Zeit fand noch kein Vegetationswachstum statt. Weil der Energiegehalt des Grünfutters im Laufe der Vegetation abnimmt (Lfl, 2008), müsste der durchschnittliche Energiegehalt dementsprechend am niedrigsten sein.

Betrachtet man die abgeschätzte durchschnittliche Nährstoffzusammensetzung des aufgenommenen Futters, so fällt auf, dass die Hattinger „Auerochsen“ mehr Rohasche, Rohprotein ($p < 0,001$) und verdauliche organische Substanz aufnehmen als die Wörther Tiere. Der Fasergehalt ist vergleichbar (Tab. 3-31, Tab. 3-29) und zwischen den beiden Gebieten nicht signifikant verschieden ($p = 0,091$). Die Jahreszeit wirkt sich allerdings signifikant ($p = 0,002$) auf die aufgenommenen NDF-Gehalte aus; gleichzeitig besteht eine hochsignifikante Interaktion von Gebiet und Jahreszeit ($p < 0,001$). Schwankungen der Rohnährstoffe sind jahreszeitenabhängig. So nimmt der Rohaschegehalt vom Frühling zum Winter hin zu, weil durch die normalerweise feuchtere Witterung und erhöhte Regenwurmaktivität mehr Bodenpartikel der Nahrung anhaften werden. Der Gehalt an Rohprotein ($p < 0,001$) und verdaulicher organischer Substanz sollte im Frühjahr am größten sein und im Verlaufe des Jahres aufgrund der voranschreitenden Vegetation abnehmen. Auf der Insel Wörth nehmen die „Auerochsen“ allerdings im Nov/Dez mehr Rohprotein auf als im Mai/Juni. Dies liegt vermutlich an dem relativ späten Frühlingsbeginn im Jahr 2010 und daran, dass es zum Zeitpunkt der Datenaufnahme im Nov/Dez 2009 sehr sonnig war und für die Jahreszeit verhältnismäßig warm (siehe auch Tab. 3-5).

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

Tab. 3-31: Durchschnittliche Rohnährstoffgehalte [g/kg TM] und durchschnittlicher Energiegehalt (ME) [MJ/kg TM] der gefressenen Futterpflanzen der „Auerochsen“ für die einzelnen Habitate und Beobachtungsphasen.

Habitat, Untersuchungszeitraum	Tiergruppe	XA	XP	NDFom	DOM	ME [MJ/kg TM]
		[g/kg TM]				
Wörth, Nov/Dez	Kühe	98,5	211	443	615	9,4
	Färsen	102	217	451	588	9,2
	Mittleres Tier	100	214	446	604	9,3
	± SD	± 2,58	± 4,6	± 6,0	± 19,1	± 0,14
Wörth, Mai/Juni	Kühe	62,0	148	481	634	9,8
	Färsen	63,8	152	491	652	10,1
	Mittleres Tier	62,7	150	485	641	9,9
	± SD	± 1,28	± 3,4	± 7,2	± 12,3	± 0,21
Hattingen, April	Kühe mit Kalb	99,1	237	398	784	11,4
	Kühe ohne Kalb	99,5	237	400	785	11,4
	Bulle	99,7	237	400	786	11,4
	Mittleres Tier	99,4	237	399	785	11,4
	± SD	± 0,27	± 0,3	± 1,5	± 1,0	± 0
Hattingen, August	Kühe mit Kalb	101	224	482	680	10,4
	Kühe ohne Kalb	102	225	482	680	10,4
	Bulle	102	225	484	679	10,4
	Mittleres Tier	102	225	482	680	10,4
	± SD	± 0,1	± 0,3	± 1,0	± 0,2	± 0
Hattingen, November	Kühe mit Kalb	134	234	496	681	10,1
	Kühe ohne Kalb	134	238	501	683	10,1
	Bulle	132	237	504	682	10,1
	Mittleres Tier	133	236	499	682	10,1
	± SD	± 1,2	± 2,1	± 3,9	± 1,1	± 0

3.5.2.4 Schlussfolgerung, Vergleich

Die „Auerochsen“ beider Habitate waren während aller Beobachtungsphasen in einem guten Ernährungszustand (zur Erläuterung der body condition scores (BCS-Werte) siehe Bunzel-Drücke et al., 2008), welchen man den Fotos dieses 3. Kapitels entnehmen kann. Dies deutet auf eine mehr als ausreichende Ernährungsgrundlage hin. Zu beachten ist, dass die Tiere in beiden Habitaten während Futtermangels mit Heu oder Silage zugefüttert wurden. Bunzel-Drücke et al. (2008) geben an, dass bei optimaler Bestandsdichte in einer ganzjährigen Weidehaltung im Sommer eine deutliche Unterbeweidung stattfindet. Auf diese Weise entsteht ein vielfältiges Mosaik unterschiedlicher Strukturen und Entwicklungszyklen mit vielfältigen Lebensräumen (Obst und Scheibe, 2001; Bunzel-Drücke et al., 2008). Ein Teil der nicht gefressenen Biomasse dient als Wintervorrat für die „Auerochsen“. Weder auf der Insel Wörth noch im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ würde jedoch der Wintervorrat ausreichen, um die Herden in Notzeiten ohne Zufütterung zu versorgen. In einigen Biotopen zeigen Wildtiere (z. B. Rotwild, Gnu) jahreszeitlich bedingte Wanderungen. Eventuell würden die „Auerochsen“ - wenn sie die Möglichkeit hätten - auch zwischen Sommer- und Winterweiden wechseln, also Gebiete saisonal unterschiedlich nutzen. Begrenzte Habitate sowie Zersiedelung erschweren bzw. verhindern entsprechendes Zugverhalten. Die Aktivitätsbudgets zeigen, dass die „Auerochsen“ in beiden Gebieten viel umherziehen, und sowohl auf der Insel Wörth als auch im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ täglich die gesamte ihnen zur Verfügung stehende Fläche nutzten. Bei einem Tier-Flächenverhältnis wie in diesen Gebieten ist also ein entsprechendes saisonales Ausweichen auf andere Flächen nicht möglich, sondern alle Flächen werden ganzjährig in einer recht gleichmäßigen Intensität durch die Tiere genutzt. In Anlehnung an Arbeiten von Wallis DeVries könnte das Einplanen und Bereitstellen unterschiedlicher Habitattypen in einem Umfang, der eine saisonal deutlich unterschiedliche Nutzung möglich macht, zumindest in einigen Projekten ein sinnvolles Konzept für den Einsatz von „Auerochsen“ und anderen großen Herbivoren in der extensiven Beweidung sein. Hiervon könnte sowohl der Naturschutz (weitere Diversifizierung der Flächennutzung durch die „Auerochsen“) als auch die Haltung der Tiere (weniger Managementaufwand - Winterfütterung) profitieren. Faktoren wie die Größe der zur Verfügung stehenden Fläche, die angestrebte Beweidungsintensität (je nach Naturschutzziel), die aus ökonomischen Gründen angestrebte Tierzahl und die

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

geplante Betreuungsintensität der Tiere werden letztendlich über das passende Management von Flächen und Weidetieren in einem Gebiet entscheiden.

Nach Gerken et al. (2008) sind „Auerochsen“ in ihren Ansprüchen an Nahrung ausgesprochen genügsam: sie bevorzugen faserreiche Gräser, Kräuter, Blätter oder Triebe von Sträuchern und Bäumen. Die Wörther „Auerochsen“ verbrachten während der einzelnen Beobachtungsphasen zwischen 48 und 66 % - und damit mehr Zeit - mit „Fressen, Fressen/Ziehen“ als die Hattinger Tiere (35 - 52 %) (Tab. 3-7 und 3-9, Abb. 3-6 und 3-7). Betrachtet man die durchschnittlichen Energiegehalte der aufgenommenen Futterpflanzen (Tab. 3-31), so fällt auf, dass die Hattinger „Auerochsen“ mit durchschnittlich 11,4 MJ/kg TM im April, 10,4 MJ/kg TM im August und 10,1 MJ/kg TM im November energiereichere Nahrung aufnehmen als die Wörther Tiere mit durchschnittlich 9,3 MJ/kg TM im Nov/Dez bzw. 9,9 MJ/kg TM im Mai/Juni ($p < 0,001$). Um den täglichen Energiebedarf zu decken, müssen die Wörther „Auerochsen“ demnach mehr Futter aufnehmen – ohne die maximale tägliche Futteraufnahmekapazität zu überschreiten –, was ein größerer Zeitaufwand zur Nahrungsaufnahme zur Folge hat. Anderenfalls könnte die vorhandene Biomasse in Hattingen auch größer gewesen sein als auf der Insel Wörth. Je mehr Biomasse vorhanden ist, desto schneller kann der Hunger getilgt werden. Über die in den zwei Habitaten vorhandene Biomasse kann keine Aussage getroffen werden, weil jene in dieser Arbeit nicht aufgenommen wurde.

Die „Auerochsen“ halten sich gerne an Solitärbäumen, Baumgruppen und anderen Gehölzstrukturen auf. Diese dienen als Nahrungsquelle, Ruhezonen, Schattenspendern und Unterstellmöglichkeit bei widrigen Wetterverhältnissen. So nutzten die Wörther „Auerochsen“ die auf der Insel reichlich vorhandenen Gehölzstrukturen signifikant häufiger als die Hattinger Tiere, denen verhältnismäßig wenig Solitärbäume und ein paar Feldgehölzstrukturen zur Verfügung standen. Abhängig von der Jahreszeit gab es auch hochsignifikante Effekte (Tab. 3-17). Deshalb ist es empfehlenswert, „Auerochsen“ einen Lebensraum anzubieten, der viele Solitärbäume – v.a. Esche, Kastanie, Eiche, Buche – Baumgruppen und andere Gehölzstrukturen beinhaltet, sodass die Tiere diese auch als Nahrungsquelle und/oder Unterstand nutzen können.

Teil 2: Habitatnutzung des „Auerochsen“

Die Hauptnahrung der „Auerochsen“ ist Gras. Jahreszeitlich bedingt fressen die Tiere – wenn sie die Gelegenheit dazu haben – allerdings auch gerne Blätter ($p < 0,001$) und Baumfrüchte ($p = 0,023$) (Tab. 3-22, Tab. 3-28, Tab. 3-29, Tab. 3-30). Durch das sehr abwechslungsreiche und eine Vielzahl an Baum- und Straucharten enthaltende Habitat der Insel Wörth, gestaltet sich der „Speiseplan“ der Wörther „Auerochsen“ sehr viel abwechslungsreicher als der der Hattinger Tiere. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen, dass die „Auerochsen“ ein vielseitig gestaltetes Futterangebot gerne, und den einzelnen Jahreszeiten angepasst, nutzen (Tab. 3-19, Tab. 3-23, Tab. 3-29, Tab. 3-30). Dabei spielen Eschenblätter und Baumfrüchte wie Eicheln und Kastanien eine signifikante Rolle. Demzufolge ist es erstrebenswert, den „Auerochsen“ ein breites Nahrungsspektrum aus Offenland und den unterschiedlichsten Gehölzstrukturen anzubieten.



Abb. 3-10: „Auerochsen“-Rind im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“

4 Relevanz von Mineralstoffen (Mengen- und Spurenelemente) für die Ernährung des „Auerochsen“

4.1 Einleitung

Mineralstoffe - Mengen- und Spurenelemente - sind anorganische Nahrungsstoffe, die im Gegensatz zu den Hauptnährstoffen nicht als Energiequelle, sondern als Bau- oder Reglerstoffe dienen (Kirchgeßner et al., 2008). Für den Wiederkäuer sind Calcium (Ca), Phosphor (P), Magnesium (Mg), Kalium (K), Natrium (Na), Chlor (Cl) und Schwefel (S) Mengenelemente. Zu den Spurenelementen gehören Eisen (Fe), Kobalt (Co), Mangan (Mn), Molybdän (Mo), Zink (Zn), Kupfer (Cu) und Selen (Se). Eine mangelhafte Versorgung der Tiere mit Mineralstoffen kann zu Beeinträchtigungen der Tiergesundheit, der Fruchtbarkeit, der Zunahmen und der Lebensvitalität der Kälber führen (Hartfiel und Banners, 1986; Laser, 2004; Jeroch et al., 2008; Kirchgeßner et al., 2008). Deshalb ist eine optimale Versorgung der Wiederkäuer mit Mengen- und Spurenelementen unabdingbar. In humiden Klimagebieten deckt Weidefutter den Bedarf an Spurenelementen, insbesondere Selen, vielfach nicht (Opitz von Boberfeld, 1999; Laser, 2004). Welche Mineralstoff-Mengen bei einem vielseitigen Nahrungsangebot aufgenommen werden und ob und inwieweit eine Mineralstoff-Supplementierung bei der „Auerochsen“-Haltung notwendig ist, soll im folgenden Teil der Arbeit untersucht und diskutiert werden.



Abb. 4-1: Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ (eigene Aufnahmen). Das Kalb in der Mitte nimmt Mineralstoffverbindungen eines Lecksteins auf.

4.2 Fragestellung

Eine ausreichende Versorgung mit allen wichtigen Nährstoffen ist Voraussetzung, um gesund leben zu können. Ein besonderes Augenmerk soll in diesem Kapitel auf die Mengenelemente Ca, P, Mg, K, Na und S sowie die Spurenelemente Fe, Mn, Zn, Cu und Se gelegt werden. Die beiden Habitate Insel Wörth und Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ bieten ganz unterschiedliche geologische Gegebenheiten und Pflanzengesellschaften. Um einen Einblick in die aufgenommene und sich im Jahresverlauf ändernde Mineralstoffzusammensetzung des Futters der „Auerochsen“ zu bekommen, wurden während unterschiedlicher Jahreszeiten Pflanzen- und Futterproben gesammelt und analysiert. Ein besonderes Augenmerk wurde auf das Spurenelement Se gelegt. Im einzelnen werden folgende Punkte behandelt:

- Mineralstoffversorgung: Bei einem abwechslungsreichen Futterangebot wählen die Tiere jene Futterpflanzen, die ihnen die zum Überleben notwendigen Mengen- und Spurenelemente liefern. Auf diese Weise wird die optimale Mineralstoffkonzentration aufgenommen.
- Selen: In Deutschland ist der Se-Status der Aufwüchse zu 99 % als defizitär zu bezeichnen (Laser, 2005). Weil geologische Gegebenheiten und atmosphärische Emissionen den Se-Gehalt beeinflussen, stellt sich die Frage, ob und wenn ja welche Unterschiede es zwischen einer naturnahen und einer im industriellen Ballungsraum liegenden Fläche gibt, und welche Konsequenzen dies für die Se-Versorgung der „Auerochsen“ hat.

4.3 Material und Methoden

Auf der Insel Wörth und im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ wurden während der Untersuchungszeiträume (Tab. 4-1) Futterproben der gefressenen, und der häufig vorkommenden, aber verschmähten Pflanzen bzw. Pflanzenteile gesammelt.

Tab. 4-1: Zeitplan der Untersuchungszeiträume

Untersuchungsgebiet	Untersuchungszeitraum
Insel Wörth	24.11. - 02.12.2009
	25.05. - 02.06.2010
Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“	01.03. - 04.03.2010
	26.04. - 29.04.2010
	23.08. - 26.08.2010
	02.11. - 04.11.2010

Diese Futterproben wurden im Labor der Raiffeisen-Rhein-Ahr-Eifel Handelsgesellschaft mbH in Ormont nach VDLUFA (2007) auf ihre Trockenmasse und den Mineralstoffgehalt (Mengen- und Spurenelemente) analysiert. Eine Auflistung aller Untersuchungsparameter und derer Methoden samt Analysengeräte befindet sich in Tab. 4-2.

Von zwei geschlachteten ca. zwei Jahre alten „Auerochsen“-Bullen des Naturschutzgebietes „Ruhraue Hattingen-Winz“ wurden Blut- und Haarproben entnommen und im Raiffeisen-Rhein-Ahr-Eifel-Labor nach VDLUFA (2007), Methode 11.6.2 auf den Selengehalt analysiert.

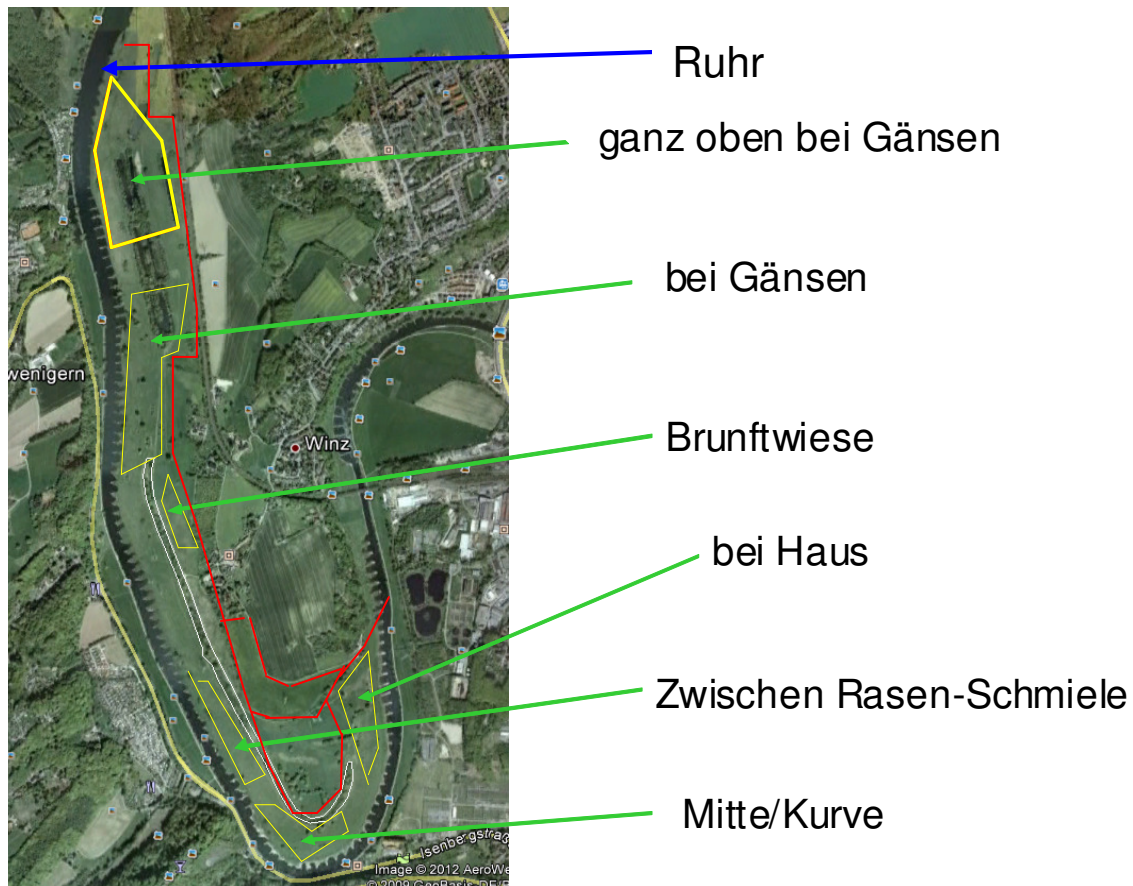
Weiterhin wurden im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ an fünf verschiedenen und über die gesamte Fläche verteilten Stellen Bodenproben entnommen, die ebenfalls nach VDLUFA (2007), Methode 11.6.2 auf ihren Selengehalt untersucht wurden. Die Lage der einzelnen Grünlandflächen für die „Gras“- und Bodenproben im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ sind Karte 4-1 und die Lage der „großen“ und „kleinen Wiese“ der Insel Wörth sind Karte 4-2 zu entnehmen.

Teil 3: Relevanz von Mineralstoffen für die Ernährung des „Auerochsen“

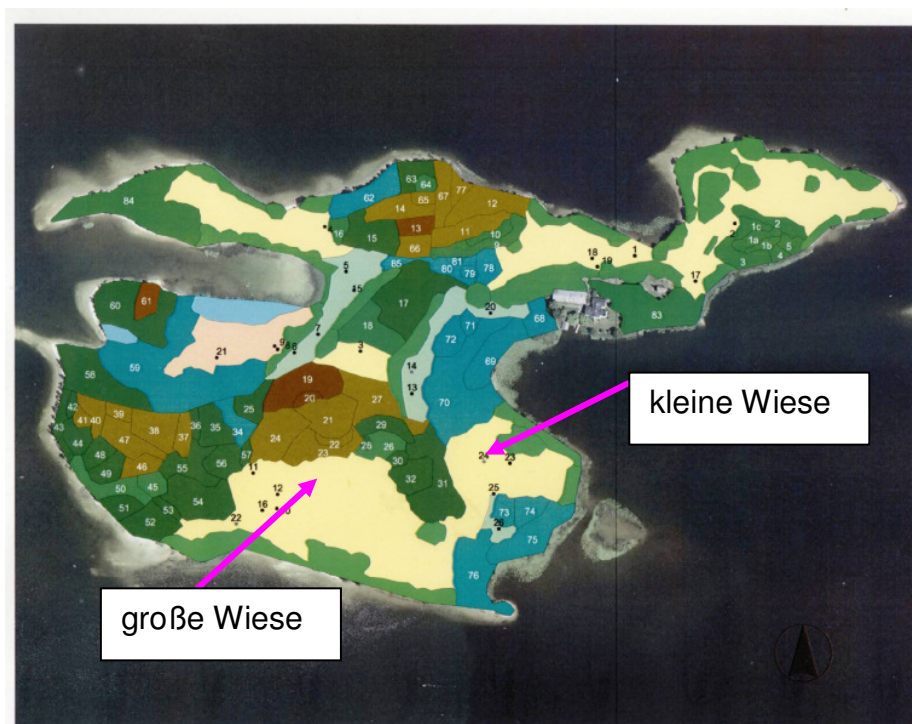
Tab. 4-2: Prüfparameter und deren Analysemethoden und Analysengeräte

Prüfparameter	Analysemethode	Analysengerät
Trockenmasse	VDLUFA (2007), Methode 3.1	
Calcium (Ca)	Optische Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma; VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	Perkin Elmer, ICP-OES Optima 8300; Rodgau
Phosphor (P)	Photometrie; VDLUFA (2007), Methode 10.6.1	Varian, Cary 50 MPR; Darmstadt (Microplate Reader, UV-Visible Spectrophotometer)
Magnesium (Mg)	Optische Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma; VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	Perkin Elmer, ICP-OES Optima 8300; Rodgau
Kalium (K)	Optische Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma; VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	Perkin Elmer, ICP-OES Optima 8300; Rodgau
Natrium (Na)	Optische Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma; VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	Perkin Elmer, ICP-OES Optima 8300; Rodgau
Schwefel (S)	Elementaranalyse; DIN (1998), ISO 13878	elementar vario Macro (Elementar Analysensysteme GmbH, Hanau)
Eisen (Fe)	Atomabsorptionsspektroskopie; VDLUFA (2007), Methode 11.1.2	Varian, SpectrAA 220 FS; Darmstadt
Mangan (Mn)	Atomabsorptionsspektroskopie; VDLUFA (2007), Methode 11.4.2	Varian, SpectrAA 220 FS; Darmstadt
Zink (Zn)	Atomabsorptionsspektroskopie; VDLUFA (2007), Methode 11.5.2	Varian, SpectrAA 220 FS; Darmstadt
Kupfer (Cu)	Atomabsorptionsspektroskopie; VDLUFA (2007), Methode 11.3.2	Varian, SpectrAA 220 FS; Darmstadt
Selen (Se)	Atomabsorptionsspektroskopie mit Hydrid-System; VDLUFA (2007), Methode 11.6.2	Varian, SpectrAA 220 FS, Hydridsystem VGA 77; Darmstadt

Teil 3: Relevanz von Mineralstoffen für die Ernährung des „Auerochsen“



Karte 4-1: Bezeichnungen und Lage der Grünlandflächen im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ (aus: Google Earth, letzter Zugriff: 24.05.2012)



Karte 4-2: Lage der großen und kleinen Wiese auf der Insel Wörth (Karte mit Legende siehe Anhang (Karte A 2); Originalkarte aus Mertens, 2006)

Statistische Analysen

Die statistischen Analysen wurden mit PASW 18.0 (SPSS Inc. Chicago, IL) durchgeführt. Die während der Beobachtungsphasen aufgenommenen Werte wurden mit einer zweifaktoriellen Univariate Analysis of Variance (ANOVA) analysiert. Abhängige Variablen waren die von den „Auerochsen“ aufgenommenen Mengen- und Spurenelementgehalte, die über die Fresszeiten und Mengen- und Spurenelementgehalte der verschiedenen Nahrungsbestandteile berechnet wurden. Unabhängige Variablen waren das Gebiet (Wörth; Hattingen) und die Jahreszeit (Frühjahr/Sommer (Wörth: Mai/Juni; Hattingen: Mittelwert von April und August) und Spätherbst/Winter (Wörth: November/Dezember; Hattingen: November); die März-Datenaufnahme wurde wegen der Zufütterung von Silage nicht mit in diese statistische Datenanalyse einbezogen). Die Zusammenhänge wurden mit folgendem Modell analysiert:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha * \beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

wobei: Y_{ijk} = beobachteter Effekt
 μ = Populationskonstante; gleich für alle Beobachtungen
 α_i = Effekt des Gebiets (Wörth; Hattingen)
 β_j = Effekt der Saison (Frühjahr/Sommer; Spätherbst/Winter)
 $(\alpha * \beta)_{ij}$ = Interaktion zwischen Gebiet und Saison
 ε_{ijk} = Restfehler

Die Effekte wurden als signifikant betrachtet, wenn $p < 0,05$ und als hochsignifikant, wenn $p < 0,001$ war.

4.4 Ergebnisse

Den Tabellen 4-3 bis 4-7 kann man die TM und die Mineralstoffgehalte der Futter- und Pflanzenproben für jeden Untersuchungszeitraum und jedes Habitat entnehmen. Markante Werte sind fettgedruckt.

Sowohl auf der Insel Wörth als auch im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ weisen die dikotylen Pflanzen im Gegensatz zu den Gräsern deutlich höhere Ca-Werte auf. Der Na-Gehalt ist in allen Proben, ausgenommen die Hattinger Grassilage (Tab. 4-5) und das Hattinger „Gras (bei Haus)“ aus dem Untersuchungszeitraum November 2010 (Tab. 4-7), gering.

Auf der Insel Wörth sind die Selenkonzentrationen bis auf ein paar Ausnahmen (Offenland Typ 3 (schlecht gefressen, alter Aufwuchs) (Tab. 4-3), Erlen- und Haselblätter (Tab. 4-4)) niedrig bis nicht nachzuweisen. In der Ruhraue sieht dies ganz anders aus. Die meisten Gräser und dikotylen Pflanzen haben Se-Konzentrationen von ca. 0,1 - 0,3 mg/kg TM. Die Gehalte der übrigen Spurenelemente - insbesondere Zn - sind in Hattingen auffällig hoch.

Eine Zusammenfassung der von den „Auerochsen“ aufgenommenen Mengen- [g] und Spurenelemente [mg] pro kg TM befindet sich in Tab. 4-8. Für Hattingen wurde der Monat März nicht mit berücksichtigt, weil lediglich Analysenergebnisse der Grassilage und keine Analysen der Gräser zur Verfügung stehen. Im Großen und Ganzen liegen die Werte der einzelnen Tiergruppen während der entsprechenden Untersuchungszeiträume recht eng zusammen. In Hattingen nahmen, bezogen auf ein Kilogramm Futter-TM, lediglich die „Kühe mit Kalb“ und auf der Insel Wörth die „Färsen“ etwas mehr Ca als die anderen Tiere auf.

Betrachtet man den Jahresverlauf, so wurden auf der Insel Wörth während des Untersuchungszeitraumes Mai/Juni niedrigere P, Mg, Fe und Se-Gehalte als im Nov/Dez ermittelt. Im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ lagen die Werte für Ca, Fe und Se im August deutlich unter den Werten der Monate April und November. Für Mg wurden in der Ruhraue im November die höchsten Konzentrationen nachgewiesen. Die größte Cu-Konzentration wurde in beiden Habitaten während der Hauptvegetationszeit ermittelt (Tab. 4-8).

Tab. 4-3: Trockenmasse (TM), Mengen- und Spurenelemente der Futterproben von der Insel Wörth für den Untersuchungszeitraum Nov/Dez 2009

Futterart	TM [%]	Mengelemente [g/kg TM]						Spurenelemente [mg/kg TM]				
		Ca	P	Mg	K	Na	S	Fe	Mn	Zn	Cu	Se
Offenland Typ 3 (gut gefressen, junger Aufwuchs)	26,7	5,78	4,31	2,89	23,8	0,27	3,46	206	46,2	30,4	7,09	0,030
Offenland Typ 3 (schlecht gefressen, alter Aufwuchs)	21,0	9,96	4,19	4,23	7,30	0,28	3,15	69,3	37,1	30,2	5,99	0,107
Eicheln	61,9	2,30	0,93	0,94	9,23	0,15	0,87	53,4	13,7	7,49	5,99	0,003
Kastanien	52,2	1,70	2,31	1,15	8,94	0,12	1,21	30,0	7,30	12,9	10,0	0,005
Gliederbinse	44,5	6,08	1,01	2,70	7,17	0,14	1,88	50,0	228	41,0	3,69	0,035
Blaugrüne Binse	51,5	4,50	1,43	3,35	7,66	0,16	1,98	51,4	161	33,5	4,89	0,071
Wald-Simse	40,2	6,47	1,35	1,84	8,67	0,13	2,13	57,6	497	12,8	3,40	0,006
Brombeerblätter	41,2	12,2	1,62	6,63	3,88	0,15	1,73	345	166	17,9	7,70	0,002
Wald-Zwenke	45,2	7,26	1,15	3,19	4,25	0,15	3,41	341	35,9	45,5	6,80	0,057
Ross-Minze	26,4	26,6	2,77	6,70	8,13	0,21	6,27	198	40,6	25,9	15,1	0,023
Eichenblätter	77,3	14,3	1,30	2,48	3,05	0,15	1,65	151	66,9	15,7	4,89	0,036
Buchenblätter	80,7	17,2	0,41	2,97	1,08	0,28	1,39	84,0	420	24,6	4,69	0,028
Bucheckern	79,7	6,33	3,06	2,19	7,13	0,13	2,27	59,6	65,5	29,5	19,6	0,006
Hagebutten	56,6	8,07	1,18	2,63	9,07	0,22	1,16	16,3	19,5	8,79	5,29	0,007
Flachmoorvegetation	30,2	5,97	0,49	2,17	2,29	0,32	1,27	149	212	14,1	3,40	0,081

Tab. 4-4: Trockenmasse (TM), Mengen- und Spurenelemente der Futterproben von der Insel Wörth für den Untersuchungszeitraum Mai/Juni 2010

Futterart	TM [%]	Mengenelemente [g/kg TM]						Spurenelemente [mg/kg TM]				
		Ca	P	Mg	K	Na	S	Fe	Mn	Zn	Cu	Se
Offenland Typ 3 (kleine Wiese)	23,5	5,12	3,10	2,48	23,3	0,46	2,39	118	63,7	26,9	7,99	0,000
Offenland Typ 3 (große Wiese)	24,2	5,11	2,88	2,35	19,3	0,29	2,21	93,0	58,3	25,3	7,19	0,020
Eingriffeliger Weißdorn (Blätter & Blüten)	31,4	15,7	2,70	3,16	16,6	0,13	1,95	57,4	17,4	42,5	13,3	0,001
Gewöhnliche Berberitze (Blätter)	29,6	7,87	2,80	4,28	24,8	0,13	2,22	59,9	39,5	29,0	7,49	0,000
Eschenblätter	22,9	14,9	3,05	4,09	16,6	0,10	3,38	53,2	16,4	53,9	18,5	0,000
Lindenblätter	27,4	14,7	3,19	4,12	13,8	0,12	2,09	60,9	14,4	20,5	8,99	0,019
Buchenblätter	36,1	9,51	1,78	2,35	7,36	0,16	1,60	55,0	87,2	23,0	9,49	0,025
Brombeerblätter	22,5	7,27	3,07	5,82	21,8	0,15	2,50	48,4	46,4	25,9	8,70	0,016
Kastanienblätter	24,9	13,1	2,92	3,04	17,7	0,09	1,91	45,4	16,5	20,7	9,89	0,000
Eichenblätter	34,7	6,77	2,03	2,81	9,87	0,11	1,66	67,5	95,3	16,4	7,10	0,014
Rosenblätter	29,9	12,1	2,81	4,60	15,6	0,11	1,74	38,6	20,9	25,8	7,30	0,037
Erlenblätter	32,6	10,4	2,03	3,62	7,97	0,12	1,76	46,7	30,9	64,7	18,4	0,093
Haselblätter	27,4	8,86	2,58	4,03	6,98	0,18	2,03	68,9	78,1	60,3	19,4	0,129
Ahornblätter	24,9	10,3	3,41	2,86	19,0	0,09	2,40	49,7	16,7	42,2	9,29	0,005
junge Fichtentriebe	35,7	3,85	1,54	1,49	6,26	0,11	1,36	38,6	64,2	32,6	3,60	0,026

Tab. 4-5: Trockenmasse (TM), Mengen- und Spurenelemente der Futterproben aus dem Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ für die Untersuchungszeiträume März 2010 und April 2010

Untersuchungsphase	Futterart	TM [%]	Mengelemente [g/kg TM]						Spurenelemente [mg/kg TM]				
			Ca	P	Mg	K	Na	S	Fe	Mn	Zn	Cu	Se
März 2010	Grassilage 1	70,9	3,45	2,69	2,14	13,1	1,94	2,80	77,7	71,5	19,7	5,10	0,031
	Grassilage 2	71,9	3,30	2,93	1,86	14,7	1,40	2,25	56,1	58,9	25,0	5,59	0,028
April 2010	Gras (bei Haus)	23,9	5,71	3,76	1,65	32,2	0,40	4,40	294	58,5	150	14,8	0,127
	Gras (bei Gänsen)	26,0	5,73	3,29	1,45	26,2	0,40	3,69	285	92,5	116	11,3	0,108
	Rasen-Schmiele	24,6	5,47	2,90	1,81	27,3	0,47	4,70	146	44,1	250	12,7	0,064
	Brombeerblätter	25,7	8,23	3,94	2,96	18,1	0,34	2,67	134	82,5	64,3	13,9	0,105
	Buchenblätter	31,6	10,5	3,55	1,92	11,9	0,30	3,04	133	294,6	58,2	9,70	0,105
	Birkenblätter	31,3	9,06	4,43	2,07	11,5	0,31	3,03	120	257,2	597	11,7	0,208
	Weißdornblätter & -blütenknospen	29,7	9,74	3,44	2,64	18,1	0,30	2,89	137	45,3	116	16,0	0,040
	Ohrweidenblätter	29,8	10,8	4,66	1,98	13,3	0,37	3,33	135	40,5	455	12,0	0,050
	Weidenblätter	26,9	8,04	4,72	2,06	16,9	0,26	3,32	186	189,3	466	11,2	0,103
	Bruchweidenblätter	34,0	9,02	3,31	1,42	11,5	0,31	3,06	138	83,6	359	11,1	0,074

Tab. 4-6: Trockenmasse (TM), Mengen- und Spurenelemente der Futterproben aus dem Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ für den Untersuchungszeitraum August 2010

Futterart	TM [%]	Mengelemente [g/kg TM]						Spurenelemente [mg/kg TM]				
		Ca	P	Mg	K	Na	S	Fe	Mn	Zn	Cu	Se
Gras (Brunftwiese)	30,0	3,27	2,73	1,18	18,2	0,30	3,30	181	86,7	139	7,30	0,082
Gras (bei Gänsen)	20,9	2,75	3,84	1,41	34,4	0,31	4,57	186	267	175	35,1	0,054
Gras (bei Haus)	21,9	4,39	4,32	1,78	30,7	0,68	5,49	307	55,3	214	34,5	0,054
Gras (zwischen Rasen-Schmiele)	22,1	4,15	3,74	1,62	32,9	0,28	3,95	268	151	184	56,5	0,072
Rasen-Schmiele	33,7	4,50	2,20	1,80	19,5	0,25	4,89	169	52,1	277	8,09	0,066
Indisches Springkraut	12,6	21,9	6,09	5,16	28,3	0,33	4,08	108	85,7	277	15,1	0,074
Riesenbärenklau	15,5	14,0	4,41	3,23	32,8	0,34	3,09	1412	109	112	17,9	0,154
Brombeerblätter	35,6	7,78	2,00	3,12	9,71	0,25	2,63	106	72,4	82,9	10,6	0,078
Eschenblätter	35,2	24,0	2,19	3,30	10,5	0,33	3,31	134	38,7	50,7	13,5	0,286
Haselblätter	32,7	8,26	2,38	2,59	8,06	0,25	2,86	175	93,2	152	22,1	0,284
Hainbuchenblätter & -fruchtstände	45,5	6,87	1,39	1,55	6,81	0,36	1,96	269	280	81,1	11,2	0,084
Weißdornblätter & -früchte	43,0	16,9	1,75	2,66	10,1	0,32	2,58	203	35,6	91,4	14,5	0,251
Bruch-Weidenblätter	35,6	15,5	2,16	2,12	11,5	0,38	4,21	259	360	435	15,6	0,175

Tab. 4-7: Trockenmasse (TM), Mengen- und Spurenelemente der Futterproben aus dem Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ für den Untersuchungszeitraum November 2010

Futterart	TM [%]	Mengenelemente [g/kg TM]						Spurenelemente [mg/kg TM]				
		Ca	P	Mg	K	Na	S	Fe	Mn	Zn	Cu	Se
Gras (bei Haus)	15,4	5,01	4,72	2,36	33,1	0,96	4,44	2083	121	193	24,7	0,205
Gras (Mitte/Kurve)	16,4	4,30	4,52	2,15	33,9	0,40	4,03	1869	178	189	22,2	0,149
Gras (bei Gänsen)	17,4	6,22	3,85	1,89	30,4	0,40	4,52	984	121	219	15,9	0,132
Gras (ganz oben bei Gänsen)	20,4	4,01	2,82	1,59	25,8	0,32	4,20	258	425	77,3	6,56	0,111
Gras (Brunftwiese)	14,6	4,79	3,70	1,92	29,4	0,65	4,34	465	77,2	219	12,9	0,089
Rasen-Schmiele	22,9	4,32	2,40	1,68	26,1	0,22	3,82	202	41,5	127	8,57	0,098
Eschenblätter	28,1	34,1	1,01	5,07	7,37	0,30	3,77	186	33,1	79,3	6,76	0,265
Brombeerblätter	42,0	14,1	1,80	3,05	8,87	0,23	1,86	110	94,4	101	7,12	0,100

Tab. 4-8: Tägliche Mengen- und Spurenelementaufnahme pro kg TM für die einzelnen Habitate, Untersuchungszeiträume und Tiergruppen

Habitat, Untersuchungszeitraum	Tiergruppe	Mengenelemente [g/kg TM]						Spurenelemente [mg/kg TM]				
		Ca	P	Mg	K	Na	S	Fe	Mn	Zn	Cu	Se
Wörth, Nov/Dez	Kühe	5,4	3,9	2,7	21,8	0,3	3,2	188,3	46,7	27,8	6,9	0,027
	Färsen	5,6	4,0	2,8	22,2	0,3	3,3	195,4	49,7	29,0	6,8	0,029
	Mittleres Tier	5,5	3,9	2,7	22,0	0,3	3,2	191,1	47,9	28,3	6,8	0,028
Wörth, Mai/Juni	Kühe	5,6	2,9	2,4	20,2	0,3	2,2	97,3	55,5	26,1	7,7	0,009
	Färsen	5,8	2,9	2,5	20,8	0,4	2,3	99,6	56,7	27,0	7,9	0,009
	Mittleres Tier	5,7	2,9	2,5	20,4	0,3	2,2	98,2	56,0	26,5	7,8	0,009
Hattingen, April	Kühe mit Kalb	5,8	3,5	1,6	29,0	0,4	4,0	287,3	77,1	132,1	13,0	0,118
	Kühe ohne Kalb	5,7	3,5	1,6	29,1	0,4	4,0	288,8	75,6	132,6	13,0	0,118
	Bulle	5,7	3,5	1,6	29,2	0,4	4,1	289,4	75,5	132,9	13,0	0,118
	Mittleres Tier	5,7	3,5	1,6	29,1	0,4	4,0	288,3	76,2	132,5	13,0	0,118
Hattingen, August	Kühe mit Kalb	3,8	3,6	1,5	28,8	0,4	4,3	235,2	141,8	179,9	33,1	0,067
	Kühe ohne Kalb	3,7	3,7	1,5	28,9	0,4	4,3	236,9	140,9	178,8	33,2	0,067
	Bulle	3,6	3,7	1,5	29,1	0,4	4,3	235,3	140,0	177,9	33,3	0,066
	Mittleres Tier	3,7	3,6	1,5	28,9	0,4	4,3	235,9	141,1	179,0	33,2	0,067
Hattingen, November	Kühe mit Kalb	6,7	3,7	2,2	29,0	0,7	4,3	1069,8	174,6	173,4	15,8	0,145
	Kühe ohne Kalb	5,9	3,8	2,1	29,6	0,7	4,3	1093,4	178,7	176,0	16,0	0,141
	Bulle	5,5	3,8	2,0	29,6	0,7	4,2	1075,4	177,0	175,6	15,9	0,137
	Mittleres Tier	6,2	3,8	2,1	29,4	0,7	4,3	1080,4	176,7	174,9	15,9	0,142

Teil 3: Relevanz von Mineralstoffen für die Ernährung des „Auerochsen“

Die Se-Konzentrationen in Haaren und Blut zweier „Auerochsen“-Bullen des Naturschutzgebietes „Ruhraue Hattingen-Winz“ lassen sich Tab. 4-9 entnehmen.

Tab. 4-9: Se-Konzentration in Haaren und Blut zweier Hattinger Bullen

Tier	Se-Konzentration	
	Haare [mg/kg TM]	Blut [mg/l]
Bulle 1	0,550	0,152
Bulle 2	0,455	0,164

Betrachtet man die Se-Konzentrationen im Boden des Naturschutzgebietes „Ruhraue Hattingen-Winz“ (Tab. 4-10), so gibt es Bereiche mit hohen und niedrigeren Se-Gehalten. Im Prinzip lässt sich das Gebiet in zwei Bereiche teilen: der südliche Teil mit einer hohen und der nördliche Teil mit einer niedrigeren Se-Konzentration. Auf der Insel Wörth wurde in beiden Bereichen ein niedriger und fast identischer Se-Gehalt gemessen.

Tab. 4-10: Se-Konzentration [mg/kg TM] im Boden (Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ und Insel Wörth)

Gebiet	Untersuchungsbereich	Se-Konzentration [mg/kg TM]
Hattingen	Bei Haus	1,203
	Mitte/Kurve	1,496
	Brunftwiese	1,264
	Bei Gänsen	0,446
	Ganz oben bei Gänsen	0,758
Wörth	Südseite	0,380
	Hinterm Haus/Nordseite	0,402

Die statistische Analyse der von den „Auerochsen“ aufgenommenen Mineralstoffgehalte ergab bis auf die Variablen Gebiet und Jahreszeit bei der abhängigen Variablen „Ca“ und die Interaktion von Gebiet und Jahreszeit bei der abhängigen Variablen „Mg“ signifikante bzw. hochsignifikante Effekte (Tab. 4-11).

Teil 3: Relevanz von Mineralstoffen für die Ernährung des „Auerochsen“

Tab. 4-11: Effekte von Gebiet und Jahreszeit auf die Mengen- und Spurenelementaufnahme der „Auerochsen“: Ergebnis der zweifaktoriellen ANOVA. Die signifikanten Effekte sind fettgedruckt.

Abhängige Variablen	Unabhängige Variablen	F-Wert	p
Ca	Gebiet	0,448	0,513
	Jahreszeit	2,278	0,151
	Gebiet * Jahreszeit	6,213	0,024
P	Gebiet	58,349	< 0,001
	Jahreszeit	240,821	< 0,001
	Gebiet * Jahreszeit	139,274	< 0,001
Mg	Gebiet	202,665	< 0,001
	Jahreszeit	47,586	< 0,001
	Gebiet * Jahreszeit	2,312	0,148
K	Gebiet	1641,143	< 0,001
	Jahreszeit	21,910	< 0,001
	Gebiet * Jahreszeit	9,729	0,007
Na	Gebiet	271,075	< 0,001
	Jahreszeit	8,319	0,011
	Gebiet * Jahreszeit	73,856	< 0,001
S	Gebiet	1857,920	< 0,001
	Jahreszeit	262,504	< 0,001
	Gebiet * Jahreszeit	201,926	< 0,001
Fe	Gebiet	24396,990	< 0,001
	Jahreszeit	18262,056	< 0,001
	Gebiet * Jahreszeit	11574,837	< 0,001
Mn	Gebiet	9285,079	< 0,001
	Jahreszeit	1015,626	< 0,001
	Gebiet * Jahreszeit	1634,765	< 0,001
Zn	Gebiet	95671,291	< 0,001
	Jahreszeit	550,443	< 0,001
	Gebiet * Jahreszeit	375,324	< 0,001
Cu	Gebiet	43756,302	< 0,001
	Jahreszeit	4895,936	< 0,001
	Gebiet * Jahreszeit	2839,869	< 0,001
Se	Gebiet	15013,795	< 0,001
	Jahreszeit	1782,074	< 0,001
	Gebiet * Jahreszeit	370,629	< 0,001

4.5 Diskussion

Während der 50er und 60er Jahre wurden einige Arbeiten zwecks Bestimmung der Nährstoff- und Mineralstoffgehalte von Baumrinden, Reisig, Gräsern sowie Wild- und Kulturpflanzen durchgeführt (Esser, 1956; Merz, 1959; Wöhlbier und Lindner, 1959; Conradi, 1960; Hirsch-Reinshagen, 1962; Gronbach, 1964). Vorrangig sollten in diesen Arbeiten die Äsungsverhältnisse von Rehwild berücksichtigt werden, bzw. es sollte geprüft werden, ob ursächliche Zusammenhänge zwischen Mengen- und Spurenelementen bzw. verschiedenen organischen Bestandteilen von Baumrinden und dem Schälen durch Rotwild bestehen. In neuerer Zeit wurde die Rolle von Gehölzen für die Tierernährung wissenschaftlich nur selten behandelt (Rahmann, 2000; Rahmann, 2004). Nach Rahmann (2004) ist bekannt, dass Blätter, Rinde, Wurzeln und Früchte von Gehölzen reich an sekundären Pflanzeninhaltsstoffen sind und hohe Rohprotein- und Energiegehalte aufweisen. Die Analysen der Pflanzen- und Futterproben (Tab. 4-3 bis 4-7) der beiden Habitats Insel Wörth und Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ zeigen, dass die Gehalte an anorganischen Nährstoffen von Pflanzenart zu Pflanzenart variieren und sich auch im Verlauf eines Jahres verändern. Esser (1956), Merz (1959) und Conradi (1960) zeigten bereits einen deutlichen Einfluss des Vegetationsstadiums auf die Mineral- und Nährstoffgehalte von Reisig, Gräsern, Wild- und Kulturpflanzen. Bei Baumrinden konnte Hirsch-Reinshagen (1962) im Winter für fast alle untersuchten Rindenarten einen höheren Mineralstoffgehalt nachweisen. Gronbach (1964) konnte jedoch keine gesicherten Unterschiede im Gehalt von Rinden an Rohnährstoffen, Zucker und Gerbstoffen während des Saftflusses und der Vegetationsruhe darstellen. Die Rohprotein- und Energiegehalte der gesammelten Futter- und Pflanzenproben wurden in Kapitel 3 (Habitatnutzung des „Auerochsen“) dargestellt. Rahmann (2004) zeigte ebenfalls sehr unterschiedliche Werte an Rohnährstoffen und Mineralstoffen im Laub der Gehölze und betont, dass die analytischen Werte der Spurenelemente mit Vorsicht zu verwenden sind, weil sie nach Standort, Jahreszeit, Pflanzenteil und Ort des Pflanzenteils am Gehölz sehr unterschiedlich sind. Betrachtet man die Ergebnisse der Pflanzenproben der Habitats Insel Wörth und Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“, so lassen sich die standort- und jahreszeitabhängigen Nährstoffgehalte ebenfalls auf die Mengenelemente ausweiten. Ob es pflanzenteilabhängige und innerhalb eines Gehölzes ortsabhängige Unterschiede in den Mineralstoffkonzentrationen gibt, kann durch die Untersuchungen der

Teil 3: Relevanz von Mineralstoffen für die Ernährung des „Auerochsen“

vorliegenden Arbeit nicht dargestellt werden, weil versucht wurde, die Proben so zu sammeln, wie sie von den „Auerochsen“ gefressen wurden. Deshalb sind Verschmutzungen durch anhaftende Bodenpartikel - insbesondere bei den Gräsern - nicht ausgeschlossen. Diese möglichen Verunreinigungen können nach Merz (1959) zu wesentlich größeren Gehaltsschwankungen führen, als sie tatsächlich in den untersuchten Proben vorhanden sind. Daher achtete Merz (1959) bei der Probennahme auf peinlichste Sauberkeit (Verschmutzungen durch anhaftende Bodenpartikel wurden vermieden). Weil im vorliegenden Teil der Arbeit der Schwerpunkt auf die Mineralstoffaufnahme der „Auerochsen“ und nicht auf die präzisen Mineralstoffgehalte der Pflanzen- und Blattproben gelegt wurde, konnte und wurde bei der Probennahme auf peinlichste Sauberkeit verzichtet. Außerdem ist anzumerken, dass bei einem Vergleich der eigenen Analyseergebnisse der Mengen- und Spurenelemente mit Literaturwerten standort- und jahreszeitbedingte Veränderungen berücksichtigt werden müssen. Zudem spielt wie bereits erwähnt die Probennahme eine Rolle. Bei einem direkten Vergleich sollten auch gleiche Pflanzenteile verglichen werden. Bergmann (1993) liefert eine Zusammenfassung der ausreichenden Mineralstoffgehalte für die Pflanzenernährung von zahlreichen Pflanzenarten. Ein Vergleich der entsprechenden Blätter - mit entsprechender Jahreszeit - aus letzterer Literaturquelle mit den eigenen Analyseergebnissen liefert sehr gute Übereinstimmungen. Lediglich der Cu-Gehalt ist in den Hattinger Proben deutlich erhöht. Zu möglichen Ursachen hierzu später mehr.

Betrachtet man alle Mengen- und Spurenelemente der verschiedenen Proben, so fällt auf, dass in einigen sehr viel von einem Element und in anderen mehr von einem anderen Element vorhanden ist. Zu dem gleichen Ergebnis kamen Esser (1956), Conradi (1960), Hirsch-Reinshagen (1962) und Rahmann (2004) in ihren Untersuchungen. Daher ist zu empfehlen, „Auerochsen“, und allen anderen Rindern, ein breites Spektrum an Futterpflanzen anzubieten. Auf diese Weise können die Tiere diejenigen Pflanzen und Pflanzenteile auswählen, die sie für eine ausgewogene Ernährung brauchen, zumal es auch innerhalb einer Art bzw. Rasse individuelle Unterschiede im Rahmen der Futterpflanzenwahl (Rahmann, 2004) gibt. Prinzipiell enthält Laub deutlich mehr Calcium als Gras (Tab. 4-3 bis 4-7). Hirsch-Reinshagen (1962) zeigte für einige Baumrinden (z. B. Esche, Weide, Vogelbeere, Eiche) und Rahmann (2004) für Blätter einiger Gehölzarten (z. B. Rotbuche, Silberweide) extrem hohe Ca-Konzentrationen. Diese Aussage kann durch die

Teil 3: Relevanz von Mineralstoffen für die Ernährung des „Auerochsen“

Analysenergebnisse der vorliegenden Arbeit (z. B. Eschenblätter) bestätigt werden. Standort- und jahreszeitabhängige Unterschiede, wie sie bereits von Esser (1956), Merz (1959), Conradi (1960) und Hirsch-Reinshagen (1962) beschrieben wurden, müssen allerdings berücksichtigt werden. So sind z. B. ältere Gräser Ca-reicher als Jungaufwüchse (Tab. 4-3; Jeroch et al., 2008). Diese vom Vegetationsstadium abhängige Nährstoffkonzentration ist ebenfalls beim Magnesium gültig (Jeroch et al., 2008) und in den Analysenergebnissen sichtbar (Tab. 4-3 bis 4-7).

Auffällig niedrig sind die Natriumgehalte - ausgenommen die Hattinger Grassilage (Tab. 4-5) und das Hattinger „Gras (bei Haus)“ (Tab. 4-6 und 4-7). In der Literatur wird immer wieder die schlechte Na-Versorgung aus Grundfutter, vor allem bei Weidehaltung, betont (Jeroch et al., 2008; Kirchgeßner et al., 2008). Deshalb ist eine Na-Ergänzung in Form von Viehsalz, Lecksteinen oder Leckschalen notwendig und empfehlenswert, um einen Na-Mangel, der beim Tier zu Muskelschwäche, Muskelkrämpfen bzw. Gangstörungen führt (Kirchgeßner et al., 2008), zu verhindern. Den Wörther „Auerochsen“ wurden Na-haltige Lecksteine und den Hattinger Tieren Na-haltige Lecksteine und -schalen angeboten. Die hohen Na-Gehalte der Hattinger Grassilage und der Proben „Gras (bei Haus)“ resultieren vermutlich aus den Folgen der Überschwemmungen durch die Ruhr. Zusätze von Viehsalz, Düngung und Streusalzeinwirkungen sind ausgeschlossen. Anfang des Jahres 2010 führte die Ruhr sehr viel Wasser, sodass einige Gebiete überschwemmt wurden. Im Frühjahr ist der Na-Gehalt des Grases durch den Verdünnungseffekt (Laser, 2004) mit den anderen Grasproben vergleichbar. Im Verlauf des Jahres nimmt dieser Effekt allerdings ab, und die Gräser können immer mehr Natrium einlagern. Der Einfluss der Überschwemmungen durch die Ruhr wirken sich ebenfalls auf die Elemente Kupfer und insbesondere Zink aus. Alle Pflanzenproben der Ruhraue weisen von diesen Elementen deutlich erhöhte Konzentrationen auf. Einen Eintrag durch die früher und heute ansässige Industrie des Ruhrgebietes muss aber auch berücksichtigt und in Betracht gezogen werden. Die Bedeutung der Zink- und Schwermetallemissionen in deutsche Fließ- und Oberflächengewässer wurden von Fuchs und Scherer (2013) und Fuchs et al. (2007) untersucht und besprochen.

Für Tiere und Menschen ist Selen essenziell. Die Aufnahme beim Tier erfolgt hauptsächlich über die Pflanzen, die das anorganische Selen aus dem Boden aufnehmen und in organisches Selenocystein und Selenomethionin einbauen. Die höchsten Se-Gehalte im tierischen Organismus weisen Leber, Nieren, Milz und

Muskulatur auf (Kirchgeßner et al., 2008). Nach Rahmann (2004) ist Selen ein funktioneller Bestandteil der selenabhängigen Glutathionperoxidase und damit ein wichtiger Schutzfaktor für die Körperzellen. Se-Mangelerkrankungen zeigen sich häufig in Verbindung mit einer unzureichenden Vitamin-E-Versorgung (Rahmann, 2004; Jeroch et al., 2008; Kirchgeßner et al., 2008) und können bei Kälbern zur Weißmuskelkrankheit und allgemeinen Lebensschwäche (Hofmann, 1992; Laser, 2004; Kirchgeßner et al., 2008) und bei Kühen zu Fruchtbarkeitsstörungen, Nachgeburtsverhalten und Euterentzündungen führen (Kirchgeßner et al., 2008). Herr Alfred Schulte-Stade berichtete (2010, mündl.), dass in seiner „Auerochsen“-Herde in der Vergangenheit ein paar Bullen an Herzversagen während der Brunftzeit verendeten. Er ließ die Tiere obduzieren. Ein Se-Mangel wurde nachgewiesen und als Todesursache angegeben. Daraufhin bot Herr Schulte-Stade seiner Herde Se-haltige Mineralleckschalen (Blattin, Leckschale R12, Höveler, Dormagen) und -steine (SOLSEL, Mineralleckstein ohne Kupfer, esco, Hannover) an. Bis heute verendete kein Tier mehr an plötzlichem Herztod. Diese Berichte sind nicht überraschend, denn es ist bekannt, dass in humiden Klimagebieten die Auswaschung des Bodens eine Rolle spielt und Weidefutter den Se-Bedarf vielfach nicht deckt (Opitz von Boberfeld, 1999; Rahmann, 2004; Jeroch et al., 2008). Des weiteren können Se-S-Interaktionen im Pansen die Verfügbarkeit senken, denn Sulfat hemmt die Aufnahme von Selenat (Opitz von Boberfeld, 1999; Laser, 2004; Jeroch et al., 2008).

In Deutschland herrscht ein regional vorkommender Se-Mangel (Laser, 2004). Dies lässt sich durch die eigenen Analysen bestätigen und unterstützen. Auf der Insel Wörth haben fast alle Pflanzen- und Futterproben sehr niedrige Se-Konzentrationen. Lediglich die Blaugrüne Binse (Tab. 4-3), die Flachmoorvegetation (Tab. 4-3), die Erlenblätter (Tab. 4-4) und vor allem die Haselblätter (Tab. 4-4) haben höhere Se-Gehalte, die allerdings für die ausreichende Versorgung der Wiederkäuer nicht genügen (Tab. 4-12). Diese vier Pflanzenarten wuchsen auf staunassen und vom Staffelseewasser beeinflussten Stellen. Es scheint, als ob solche feuchten Standorte die Se-Aufnahme und Se-Einlagerung beeinflussen. Laser (2004) zeigte ebenfalls erhöhte Se-Konzentrationen auf staunässe- und grundwasserbeeinflussten Böden. Im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ haben sehr viele Pflanzen verhältnismäßig hohe Se-Konzentrationen, welche für die Tierernährung ausreichend wären. Einflüsse der Ruhr, von Staunässe und Grundwasser werden für einige Pflanzenarten eine Rolle spielen. Auf trockenen Standorten wachsende Pflanzen

werden wohl eher durch atmosphärische Depositionen beeinflusst werden. Nach Laser (2004) ist die Se-Deposition meist in der Nähe von Ballungsräumen und Industriezentren höher als im jeweiligen Umland. Die Habitate Insel Wörth (sehr ländlich) und Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ (Ruhrgebiet, industriell geprägt) sind hierfür optimale Beispiele. Dies zeigen auch die Ergebnisse der Mineralstoffanalysen der Pflanzenproben und die der Se-Analysen im Boden (Tab. 4-3 bis 4-7, Tab. 4-10). Für den Se-Gehalt im Boden spielen neben dem Ausmaß der atmosphärischen Deposition aber auch klimatische Einflüsse und der Se-Gehalt des Ausgangsgesteins eine zentrale Rolle (Gissel-Nielsen et al., 1984; Ohlendorf, 1989; Haygarth et al., 1994; Laser, 2004). Klimatische Einflüsse werden hier geringere Auswirkungen haben, weil beide Habitate klimatisch ähnlich (vgl. Kapitel 3.3.2.1.3 und 3.3.2.2.3) sind. Bedeutsamer werden die unterschiedlichen Ausgangsgesteine aus den unterschiedlichen Epochen der Erdgeschichte (vgl. Kapitel 3.3.2.1.2 und 3.3.2.2.2) sein. Sowohl auf der Insel Wörth als auch im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ ist die vorherrschende Bodenart „sandiger Lehm“.

Nach Laser (2004) ist neben den Bodeneigenschaften und der Se-Form auch die Pflanzenart für die Se-Aufnahme durch die Pflanze von Bedeutung. So scheint es in der vorliegenden Arbeit, als ob der Riesenbärenklau (*Heracleum mantegazzianum*) vermehrt Selen einlagern kann. Vermutlich ist die relativ hohe Se-Konzentration (0,154 mg/kg TM, Tab. 4-6) auch der Grund dafür, dass die „Auerochsen“ Blätter des Riesenbärenklaus gefressen haben (Abb. 4-2). Dies sollte allerdings in weiterführenden Studien näher betrachtet und untersucht werden.



Abb. 4-2: Riesenbärenklau (*Heracleum mantegazzianum*) im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ (eigene Aufnahmen)

Teil 3: Relevanz von Mineralstoffen für die Ernährung des „Auerochsen“

Weil während der Datenaufnahmen nur kurz von einem Tier eine Aufnahme der Riesenbärenklaubblätter beobachtet wurde, wird davon ausgegangen, dass die Tiere vorwiegend nachts Pflanzenmaterial gefressen haben. Auf diese Weise verhindern die „Auerochsen“, dass die vom Riesenbärenklaub enthaltenen photosensibilisierenden Substanzen namens Furocumarine (LANUV, 2011; Raquet, 2011) phototoxisch wirken können. An den Mäulern der Tiere wurden keine Hautverbrennungen und Blasen beobachtet.

Die in der Literatur angegebenen Gehalte zur ausreichenden Versorgung von Milchkühen und Aufzuchtrindern mit Mengen- und Spurenelementen bei normaler Futteraufnahme sind in Tab. 4-12 zusammengefasst. Der Mindestbedarf an Spurenelementen ist für alle Gruppen annähernd identisch. Bei den Mengenelementen benötigen Aufzuchtrinder etwas weniger Natrium, Kalium und Magnesium als Milchkühe. Der Phosphorbedarf ist bei trockenstehenden Kühen und Aufzuchtrindern mit einer Lebendmasse von 500 kg geringfügig niedriger als der der anderen Gruppen. Mit zunehmender Milchleistung (Rahmann, 2004; Jeroch et al., 2008) und je stärker sich die Jungrinder im Wachstum befinden, desto mehr Calcium wird für den Knochenaufbau benötigt. Sowohl die Wörther als auch die Hattinger „Auerochsen“ nehmen bis auf Natrium genug Mengenelemente auf (Tab. 4-8). Der aufgenommene Ca-Gehalt der Hattinger Kühe mit Kalb liegt im August knapp unter der empfohlenen Menge, wird aufgrund der bereits abgenommenen Milchmenge (Kälber sind ca. fünf Monate alt) aber ausreichend sein. Von den Spurenelementen werden Eisen und Mangan in ausreichender Menge aufgenommen (Tab. 4-8). In Hattingen nehmen die Tiere im November 2010 sogar mehr als die 20fache zur ausreichenden Versorgung angegebene Fe-Menge auf. Diese sehr hohe Fe-Menge resultiert vermutlich aus den Bodenverunreinigungen des Futters, die durch die feuchte Herbstwitterung und erhöhte Regenwurmaktivität zustande kamen. Wie bereits oben erwähnt, wurde im vorliegenden Teil der Arbeit der Schwerpunkt auf die Mineralstoffaufnahme der „Auerochsen“ gelegt, und deshalb konnte und wurde bei der Probennahme auf peinlichste Sauberkeit verzichtet. Weil diese sehr hohe Fe-Menge nur über einen gewissen Zeitraum aufgenommen wird, ist der Wert nicht kritisch zu bewerten. Außerdem nehmen die „Auerochsen“ hier genügend Zink und Kupfer über ihre Nahrung zu sich. Wie sich die sehr hohe Zn-Versorgung auf Dauer auf die Gesundheit der Rinder auswirkt, sollte in weiterführenden Studien untersucht

Teil 3: Relevanz von Mineralstoffen für die Ernährung des „Auerochsen“

werden. Auf der Insel Wörth nehmen die Tiere im Vergleich zu den empfohlenen Versorgungswerten (Tab. 4-12) zu wenig Kupfer und Zink auf. Während der Beobachtungen viel auf, dass manche Tiere selten gefressene Pflanzen wie z. B. Wald-Zwenke, Ross-Minze (Abb. 4-4), oder Gliederbinse vermehrt fraßen. Diese Gräser und Kräuter beinhalten wie die gern gefressenen Eschenblätter (Abb. 4-5) und auch verbissenen jungen Haselbäumchen (hier keine direkten Beobachtungen gemacht; Abb. 4-6) außergewöhnlich hohe Zn- und/oder Cu-Konzentrationen (Tab. 4-3 und 4-4). Vermutlich benötigten die entsprechenden „Auerochsen“ mehr Kupfer und/oder Zink als in der Hauptnahrung Gras vorhanden war und wählten deshalb die ansonsten verschmähte Nahrung, um ihren Spurenelementbedarf zu decken.



Abb. 4-3: verbissene Binse; Insel Wörth
(eigene Aufnahme)



Abb. 4-4: Ross-Minze; Insel Wörth
(eigene Aufnahme)

Tab. 4-12: Versorgung von Milchkühen und Aufzuchtrindern mit Mengen- und Spurenelementen sowie tägliche mittlere Mineralstoffaufnahme der „Auerochsen“ für die einzelnen Untersuchungszeiträume und Habitate.

	Mengenelemente [g/kg TS]						Spurenelemente [mg/kg TS]					Literaturquelle
	Ca	P	Mg	K	Na	S	Fe	Mn	Zn	Cu	Se	
trockenstehende Kühe	3,5	2,2	1,6	10	1,0		50	50	50	10	0,2	(Kirchgeßner et al., 2008)
Milchkühe, Erhaltung + 10 l Milch	4,1	2,6	1,5	10	1,2		50	50	50	10	0,2	(Kirchgeßner et al., 2008)
Milchkühe, Erhaltung + 10 l Milch	4,1	2,6	1,5	10	1,2		50	40	40	10	0,15	(GfE, 2001; Rahmann, 2004)
Aufzuchtrinder, LM 350 kg, 800 g LMZ	5,3	2,7	1,2	9,0	0,9		50	50	50	10	0,2	(GfE, 2001; Rahmann, 2004)
Aufzuchtrinder, LM 400 kg, 800 g LMZ	4,9	2,6	1,2	9,1	0,8		50	40-50	40-50	10	0,15	(Kirchgeßner et al., 2008)
Aufzuchtrinder, LM 500 kg, 800 g LMZ	4,5	2,3	1,2	9,0	0,9		50	50	50	10	0,2	(GfE, 2001; Rahmann, 2004)
trockenstehende Kühe						1,5-2,0						(Brammert-Schröder, 2012)
laktierende Kühe						1,8-2,0						(Brammert-Schröder, 2012)
Wörth, Nov/Dez - Mittleres Tier	5,5	3,9	2,7	22,0	0,3	3,2	191,1	47,9	28,3	6,8	0,028	
Wörth, Mai/Juni - Mittleres Tier	5,7	2,9	2,5	20,4	0,3	2,2	98,2	56,0	26,5	7,8	0,009	
Hattingen, April - Mittleres Tier	5,7	3,5	1,6	29,1	0,4	4,0	288,3	76,2	132,5	13,0	0,118	
Hattingen, August - Mittleres Tier	3,7	3,6	1,5	28,9	0,4	4,3	235,9	141,1	179,0	33,2	0,067	
Hattingen, November - Mittleres Tier	6,2	3,8	2,1	29,4	0,7	4,3	1080,4	176,7	174,9	15,9	0,142	

LM = Lebendmasse, LMZ = tägliche Zunahme an Lebendmasse

Teil 3: Relevanz von Mineralstoffen für die Ernährung des „Auerochsen“

Ein genauer und individueller Versorgungsstatus der Tiere mit Mineralstoffen kann nur über Analysen von Organ- und Gewebeproben bzw. Blutproben dargestellt werden. Die Blutentnahme ist allerdings schwierig, mit viel Stress für die „wild“ und ganzjährig draußen lebenden „Auerochsen“ verbunden und in Form dieser Arbeit nicht möglich gewesen. Organproben hingegen können nur bei verendeten oder geschlachteten Tieren entnommen werden.



Abb. 4-5: Akim verbeißt eine junge Esche; Insel Wörth (eigene Aufnahme)



Abb. 4-6: verbissene Hasel; Hattingen (eigene Aufnahme)

Die Se-Versorgung der Wörther „Auerochsen“ wird über die natürliche Vegetation und Futterpflanzenwahl bei weitem nicht gedeckt (Tab. 4-3, 4-4 und 4-8). Um Komplikationen und Mangelerscheinungen bei den Tieren, wie sie Herr Schulte-Stade berichtete (2010, mündl.), oder in der Literatur angegeben werden (Hartfiel und Bahners, 1986; Hofmann, 1992; Laser, 2004; Rahmann, 2004, Jerock et al., 2008, Kirchgeßner et al., 2008), zu verhindern, ist zu empfehlen, Se-haltige Lecksteine und/oder -schalen anzubieten. Die „Auerochsen“ des Naturschutzgebietes „Ruhraue Hattingen-Winz“ nehmen über die Futterpflanzen höhere Se-Konzentrationen auf. Die aufgenommene Menge liegt dennoch unter den empfohlenen Gehalten für eine optimale Versorgung der Rinder (Tab. 4-8 und 4-12). Hätten die Tiere die Möglichkeit, mehr Eschenblätter aufzunehmen, könnten sie vermutlich den kompletten Se-Bedarf aus der natürlichen Äsung decken. Dafür müssten allerdings einige jüngere Eschenbäume auf der Fläche wachsen, sodass die Tiere einen besseren Zugang zu den Blättern hätten. Wegen des bei den „Auerochsen“ in der Vergangenheit nachgewiesenen Se-Mangels mit Todesfolge

Teil 3: Relevanz von Mineralstoffen für die Ernährung des „Auerochsen“

(Alfred Schulte-Stade, 2010, mündl.) erscheint es daher sinnvoll, die Se-haltigen Lecksteine und -schalen weiterhin zur freien Verfügung anzubieten. Auf diese Weise können die Tiere fehlende Mineralstoffe aufnehmen und den Nährstoffbedarf decken. Nach den Se-Analysen von Haaren und Blut zweier geschlachteter „Auerochsen“-Bullen (Tab. 4-9) waren die Hattinger Tiere während der Beobachtungsphasen optimal mit dem Spurenelement Selen versorgt (Randox Laboratories, 1996; Kamphues et al., 2004; Wittmeier, 2008). Ob wirklich ein Se-Gehalt von 0,7 mg/l Vollblut, wie ihn Weiß et al. (2005) angeben, für eine ausreichende Versorgung notwendig ist, muss in Frage gestellt werden.

Während der unterschiedlichen Jahreszeiten schwanken die Mineralstoffgehalte der Pflanzen- und Futterproben (Tab. 4-3 bis 4-7). Dementsprechend nehmen die „Auerochsen“ im Verlauf eines Jahres unterschiedliche Mineralstoffmengen auf (Tab. 4-8, Tab. 4-11 (bis auf Ca signifikante bzw. hochsignifikante Effekte)). Zwischen den beiden Gebieten gibt es auch für alle Elemente außer Ca hochsignifikante Effekte ($p < 0,001$) (Tab. 4-11). Für den Zuwachs an pflanzlicher Biomasse wichtige Monate wie Mai, Juni und August liefern von einigen Elementen (Ca, P, Mg, Fe und Se) die niedrigsten Konzentrationen des Jahres. Deren Gehalte nehmen erst mit fortschreitender Vegetation wieder zu. Gleiches zeigte Laser (2004) in einem Zeitreihenexperiment für Selen. Ein großer Wachstumsschub der Pflanzen (Verdünnungseffekt, Gissel-Nielsen, 1975; Gissel-Nielsen, 1993; Laser, 2004) und Auswaschungsprozesse (Laser, 2004) werden zu den gezeigten Mineralstoffkonzentrationsrückgängen geführt haben. Im Gegensatz hierzu nahmen die Wörther „Auerochsen“ im Mai/Juni und die Hattinger Tiere im August mehr Kupfer als während der übrigen Untersuchungsphasen auf. Aufgrund der angestiegenen Temperaturen wurde im August vermutlich mehr organische Substanz mineralisiert. Dadurch wurde das Kupfer, das stark an organisches Material gebunden ist, frei und konnte von den Pflanzen aufgenommen und eingelagert werden (Bergmann, 1993). Die Aufnahme der erhöhten Cu-Konzentration durch die Hattinger „Auerochsen“ ist nicht bedenklich, weil die aufgenommene Cu-Menge während der übrigen Untersuchungsphasen bedeutend geringer war und Antagonisten wie Schwefel und Zink ebenso im Überschuss aufgenommen wurden. Außerdem können Säuger Kupfer in der Leber speichern und in Zeiten geringerer Cu-Zufuhr wieder freisetzen (Jeroch et al., 2008).

5 Abschlussdiskussion

Der Einsatz von großen Herbivoren in der Landschaftspflege ist in den letzten Jahren zu einer regelmäßig angewandten Methode in Naturschutzprojekten geworden (Bunzel-Drücke, 2008). Dies hat zum Einen damit zu tun, dass in den vergangenen zwei Jahrzehnten viele vormals in anderer, oft militärischer Nutzung stehende größere Gebiete für den Naturschutz verfügbar wurden, zum anderen damit, dass die europäischen Länder durch EU-Vorgaben angehalten waren, mehr Naturschutzflächen auszuweisen und im Naturschutz immer mehr der Gedanke Fuß gefasst hat, dass für die Umsetzung einiger Naturschutzziele größere zusammenhängende Gebiete mit einer gewissen Eigendynamik nötig sind. Mit dem Ausweisen von Schutzgebieten ergibt sich oft das Wegfallen der vormaligen Nutzung; gleichzeitig besteht aus verschiedenen Gründen bei vielen Flächen der Wunsch, diese nicht völlig der Sukzession zu überlassen, was oft auch mit einer Reduzierung der Biodiversität einhergehen würde. Sie sollen in einem „dynamischen Gleichgewicht“ gehalten werden, was durch die Beweidung mit großen Herbivoren in halboffenen Weidelandschaften auf effektive und bezahlbare Weise erreicht wird.

Sollen Flächen auf diese Weise beeinflusst werden, stellt sich natürlich die Frage mit welchen Herbivoren dies getan wird. Unter verschiedenen Gesichtspunkten ist das obere Größenspektrum (Rinder, Pferde) hier besonders attraktiv, da sich von ihnen ein besonders großer Einfluss auf das Gebiet erwarten lässt und sie unter Tourismus-Marketinggesichtspunkten auch „spektakulärer“ und besser sichtbar sind als kleinere Arten. Extensive Haustierrassen haben gegenüber Wildtierarten den Vorteil des einfacheren „Handlings“ bei möglicherweise notwendigen Managementmaßnahmen und der besseren Vermarktbarkeit von Produkten wie Fleisch. Dies macht den hier untersuchten „Auerochsen“ unter vielen Bedingungen attraktiver als z. B. das Wildtier Wisent. Gleichzeitig muss aber trotz ihres „wilden“ und urtümlichen Äußeren klar bleiben, dass es sich letztendlich nur um verwilderte Hausrinder handelt, bei denen davon ausgegangen werden muss, dass sie mit Extrembedingungen (z. B. Winter) unter Umständen weniger gut zurechtkommen als Wildtiere.

Beide in der vorliegenden Studie untersuchten „Auerochsen“-Herden bestätigen erneut, dass die Tiere unter Einhaltung bestimmter Voraussetzungen für den Einsatz in Ganzjahresbeweidungsprojekten prinzipiell sehr gut geeignet sind. Dennoch bleiben einige offene Fragen, zu denen in diesem Projekt weitere Daten und

Antworten geliefert werden sollten. Neben weiteren wichtigen Basisdaten zur prinzipiellen Nutzung von Gebieten durch „Auerochsen“ betrifft dies vor allem zwei Aspekte im Besonderen:

- 1) Aspekte des Energiestoffwechsels der Tiere: Ist das Wildtier Wisent eventuell insgesamt „effizienter“, d. h. nutzt es z. B. das Futter besser als die domestizierte Rinderrasse, und besitzt es eine effektivere Thermoregulationsstrategie, vor allem im Winter?
- 2) Welchen Wert hat das Vorhandensein von Gehölzen in Gebieten für „Auerochsen“: Inwieweit werden Gehölze als Wetterschutz genutzt (Sommer: Schatten; Winter: Schutz vor Wind), und welchen Anteil können Gehölze am Nährstoffbudget der Tiere nehmen, z. B. bei den Mineralstoffen?

Thermographie

Mit der Thermographie sollte die Wärmeabstrahlung als ein wichtiger Faktor im Energiestoffwechsel eines Tieres untersucht werden. Thermoregulatorisch sind die Tiere für das mitteleuropäische Klima wie zu erwarten prinzipiell gut ausgestattet: wie die Thermographiebilder aus Kapitel 2.4.5 zeigen, haben die untersuchten „Auerochsen“ ein dichtes und gut isolierendes Fell, das sich in der Wärmeabgabe nicht von dem des Wisents unterscheidet, allerdings mit der Einschränkung, dass dies zunächst nur oberhalb einer winterlichen Umgebungstemperatur von ca. $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ durch die Daten der Studie belegt ist. Es ist zu empfehlen, in weiterführenden Studien zu untersuchen, ab welcher Temperatur die Tiere ihre thermoneutrale Zone (Bianca, 1971) verlassen und vermehrt Energie aufbringen müssen, um die Kerntemperatur halten zu können. Werden „Auerochsen“ solch niedrigen Temperaturen dann länger ausgesetzt, muss unbedingt darauf geachtet werden, dass die Tiere ausreichend energiereiche Nahrung aufnehmen können, um größere Gewichts- und Konditionsverluste zu vermeiden. Sind nicht genügend natürliche Äsungsmöglichkeiten vorhanden, muss auf jeden Fall zugefüttert werden. Hartfiel et al. (1985) führten energetische Untersuchungen an Rehwild und Schafen mithilfe der quantitativen Thermographie zur Beurteilung des Energiebedarfs im Winter durch. Dabei wurde bei einer Außentemperatur von $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ gezeigt, dass die mittlere Oberflächentemperatur der Ricke $+1,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, die des Kitzes $+2,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ und die des Schafes $+0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ betrug. Demnach wird nach Hartfiel et al. (1985) die Anpassung der Rehe an niedrige Temperaturen vom Schaf noch übertroffen. Der Vergleich der

Wärmeverluste von Rotwild, Rind und Schaf ergab ebenfalls die geringste Wärmeabgabe bei den Schafen. Selbst in thermoneutraler Umgebung lagen die Wärmeverluste, bezogen auf die metabolische Körpergröße, beim Rotwild um 28 % und bei den Rindern um 35 % höher als beim Schaf (Simpson et al., 1978, in: Hartfiel et al., 1985). In der vorliegenden Studie betrug - bei einer Außentemperatur von ca. -5 °C - die mittlere Oberflächentemperatur bei den Wisenten durchschnittlich +2,7 °C ($\pm 3,5$ °C) und bei den „Auerochsen“ +0,9 °C ($\pm 3,9$ °C). Weil der Energie- bzw. Nährstoffbedarf von Schafen bei schlechten Witterungsbedingungen wie Regen und/oder Kälte erheblich ansteigt, vermuten Hartfiel et al. (1985), dass dies auch für Rehwild zutrifft. Mit großer Wahrscheinlichkeit verhält sich dies auf gleiche Weise bei „Auerochsen“ und Wisenten, zumal diese ebenfalls eine höhere mittlere Oberflächentemperatur als Schafe aufweisen.

Tiere zeigen bestimmte Verhaltensweisen, um die Körpertemperatur aufrecht halten zu können (Bianca, 1977). Um weniger Wärme zu verlieren, kann die Bewegungsaktivität bei Kälte minimiert werden oder es findet eine Anpassung der Körperhaltung statt. Bei letzterer Form legen sich die Tiere bei Nässe und Kälte weniger hin, um keine Wärme an den nassen und kühlen Boden zu verlieren. Diese Verhaltensweise wird durch Poettinger (2011) und die eigenen Beobachtungen und Untersuchungen (Kapitel 3; v. a. Tab. 3-9) bestätigt. Wegen der Zufütterung von Silage während der März-Datenaufnahme wurde diese nicht in die statistische Auswertung einbezogen. Daher sollten in weiterführenden Studien Daten ohne winterliche Zufütterung aufgenommen werden und nach Möglichkeit auch Daten bei Temperaturen unter 0 °C. Eine Einschränkung der Bewegungsaktivität bei Temperaturen bis -5 °C wurde nicht beobachtet. Nach dem eigenen Urteil bewegten sich die „Auerochsen“ normal. Um statistisch belastbare Werte zu erhalten, sollten weiterführende Studien durchgeführt werden.

Einige Tierarten, wie z. B. Shetlandponys und insbesondere Wildtiere, können ihre Stoffwechselaktivität bei Nahrungsknappheit und ungünstigen Umwelteinflüssen, wie sie z. B. im Winter vorherrschen, absenken (Christopherson et al., 1978; Christopherson et al., 1979; Arnold et al., 2004; Arnold et al., 2006; Brinkmann et al., 2011). Im Hortobágy Nationalpark (Ungarn) werden aktuell saisonale Anpassungen von Rindern („Auerochsen“) und Pferden (Przewalskipferd) an die Umweltbedingungen untersucht (Kristin Brabender, persönliche Mitteilung). Dazu werden Herzschlagfrequenz und Körpertemperatur mithilfe spezieller Sensoren

aufgenommen und ausgewertet. Basierend auf diesen Merkmalen ergaben die Untersuchungen, dass die Pferde ihren Stoffwechsel im Winter um bis zu 40 %, die Rinder jedoch nur um ca. 25 % reduzieren können (Kristin Brabender und Waltraut Zimmermann, 2013, unveröffentlicht). In weiterführenden Studien sollten auf jeden Fall saisonale Anpassungen bezüglich der Stoffwechselrate von Wisenten und „Auerochsen“ miteinander verglichen werden. Eine Hypothese wäre, dass das Wildtier Wisent, wie viele andere Wildtiere, seinen Stoffwechsel bei ungünstigen Umwelteinflüssen weiter absenken kann als der domestizierte „Auerochse“. Dadurch sinkt der Energieumsatz, es geht weniger Körpermasse verloren und die isolierende Fettschicht wird nicht so schnell aufgezehrt. Dies würde auch die Tatsache erklären, dass Wisente – genau wie Pferde – den Winter ohne Zufütterung in einer besseren Kondition überstehen als „Auerochsen“/Rinder. Wie bereits angeführt, konnten in dieser Studie thermographisch keine wesentlichen Unterschiede zwischen „Auerochse“ und Wisent nachgewiesen werden, sodass die winterlichen Konditionsverluste nicht auf eine schlechtere Isolation und somit größeren Wärmeabgabe und daraus resultierend größeren Energieverlust der „Auerochsen“ zurückzuführen sind.

Hinsichtlich der aus den Kotpartikelgrößen abgeleiteten Nahrungszerkleinerung wurden beim Vergleich der im Wildgehege Neandertal und Naturschutzgebiet Bruchhausen lebenden Wisente und „Auerochsen“ keine großen Unterschiede sichtbar. Beide Tierarten hatten eine fast identische durchschnittliche Kotpartikelgröße und Kotpartikelverteilung (Kapitel 2.4.4). Betrachtet man den Rohproteingehalt im Kot, so liegt jener bei den „Auerochsen“ etwa zwei bzw. drei Prozentpunkte höher als bei den Wisenten (Kapitel 2.4.3). Daraus ergibt sich, dass die „Auerochsen“ im Gegensatz zu den Wisenten eine bessere Verdaulichkeit faserreicher Nahrung wie Heu aufweisen. Wird die Gleichung für die Beziehung von Kot-N und OM-Verdaulichkeit nach Lukas et al. (2005) unterstellt, so würde dies einem (recht dramatischen) Unterschied in der realisierten Verdaulichkeit von ca. 4-8 Prozentpunkten entsprechen. Für die Erklärung eines solchen Unterschieds wäre zuerst an Unterschiede in der Partikelretention zwischen den Arten zu denken; in weiterführenden Studien sollte auf jeden Fall untersucht werden, inwieweit es Unterschiede in der Passagerate gibt, um deren Einfluss auf die Verdaulichkeit des Futters einschätzen zu können. Hierbei sollten unbedingt Futter unterschiedlicher

Qualität mit einbezogen werden, um Unterschiede zwischen Wisent und „Auerochse“ besser charakterisieren zu können. Solche Untersuchungen würden auch Aufschluss darüber geben, ob die Unterschiede im Kot-Stickstoffgehalt eventuell auf eine Verschiebung des Verhältnisses der Fermentationsprodukte auf kurzkettige Fettsäuren und Mikrobenmasse (bei vergleichbarer Verdaulichkeit des Futters) bei den „Auerochsen“ zugunsten der Mikrobenmasse zurückzuführen ist, z.B. durch eine vergleichsweise schnelle Flüssigkeitspassage aus dem Pansen (Müller et al., 2011).

Der Wert von Laubgehölzen für „Auerochsen“ stellte einen zweiten Schwerpunkt dieser Untersuchung dar. Dabei kann zwischen einer Nutzung als Habitatstruktur (Sommer – Schatten; Winter – Wind-/Wetterschutz; eventuell Nachteinstand) und einer Nutzung als Futter durch die Tiere unterschieden werden. Was die Nutzung als Habitatstruktur betrifft, wurden von den Herden dieser Studie vor allem einzelne Gehölze oder Gehölzrandstrukturen präferiert, während Wald selbst unabhängig von der Jahreszeit nicht präferiert wurde.

Auch wenn sich wie erwartet in dieser Studie zeigte, dass „Auerochsen“ dem Äsungstyp Grasfresser zuzuordnen sind, wurde das mit Gehölzen verbundene Nahrungsangebot doch zumindest zu bestimmten Jahreszeiten durchaus nennenswert genutzt. Nach Schmidt et al. (2004) sind Weidetiere in der Lage, sich bei ausreichendem Futterangebot auf das qualitativ bessere Futter zu selektieren, um auf diese Weise ihren Nährstoff- und Energiebedarf noch besser decken zu können. Deshalb und weil nach Bunzel-Drücke et al. (2008) Rinder noch stärker als Pferde auf nährstoffreiche Lebensräume angewiesen sind, ist es von Vorteil, den Tieren ein abwechslungs- und nährstoffreiches Habitat mit den unterschiedlichsten Gräsern, Kräutern, Baum- und Straucharten anzubieten. So zeigte WallisDeFries (1996) bei Untersuchungen an ganzjährig im Freien gehaltenen Rindern, dass in durchschnittlichen Wintern reiche Auenstandorte gut geeignete Habitate darstellten, die Rinder auf armen Heiden jedoch an Unterernährung litten. Bunzel-Drücke et al. (2008) geben zudem an, dass es bei Tieren unterschiedliche Präferenzen für bestimmte Pflanzen gibt. Daher ist es nach diesen Autoren schwierig, Futterpflanzen einer Tierart in Kategorien von "bevorzugt" bis "gemieden" einzuteilen, weil die Beliebtheit immer relativ ist und entscheidend vom Angebot in der Umgebung bestimmt wird. Angaben von Artenlisten zur Nahrungswahl geben einen Überblick, erheben aber nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Bunzel-Drücke et al. (2008)

vermuten auch, dass Traditionen, wie etwa das Erlernen bestimmter Techniken (z. B. Rindenschälen), eine Rolle spielen könnten. Während der eigenen Beobachtungen konnte so z. B. von wenigen Tieren ein geschicktes Umfassen und anschließendes Umziehen von jungen Bäumchen mithilfe der Hörner beobachtet werden, um an die Blätter zu gelangen. Weiterhin präferierten jüngere Tiere häufiger Gehölze als alte Kühe, die in einem anderen Gebiet geboren wurden und aufgewachsen sind (siehe Kapitel 3). Dies könnte darauf hinweisen, dass die „Auerochsen“ wohl erneut lernen müssen, die Vielfalt der Gehölze zu nutzen.

Wie die Untersuchungen der vorliegenden Arbeit zeigen, nutzen die „Auerochsen“ das abwechslungsreiche Angebot und selektieren die für sie notwendigen Pflanzen bzw. Pflanzenteile (siehe v. a. Kapitel 3 und Kapitel 4). Auf diese Weise werden z. B. Kastanien und Eicheln zur besseren Energieversorgung, Blätter und Kräuter (z. B. Ross-Minze) zur besseren Mineralstoffversorgung und Riesenbärenklau für eine gute Selen-Versorgung gefressen. Auch Rahmann (2004) gibt an, dass Wiederkäuer, Pferde, Geflügel und Schweine gerne Teile von Gehölzen aufnehmen. Je nach Tierart werden Blätter, Früchte, Rinde oder Wurzeln bevorzugt. Während der 50er und 60er Jahre wurden eine Reihe von Arbeiten zur Bestimmung der Nährstoff- und Mineralstoffgehalte von Baumrinden, Reisig, Gräsern sowie Wild- und Kulturpflanzen durchgeführt (Esser, 1956; Merz, 1959; Wöhlbier und Lindner, 1959; Conradi, 1960; Hirsch-Reinshagen, 1962; Gronbach, 1964). In diesen Arbeiten konnte gezeigt werden, dass Reh- bzw. Rotwild ihre Äsungspflanzen je nach Wasser-, Zucker-, Gerbsäure-, Rohrnährstoff- und Mineralstoffgehalten auswählen. Inwieweit der Wassergehalt von Futterpflanzen für die Ernährung von „Auerochsen“ eine Rolle spielt, ist eine interessante Frage und sollte in weiterführenden Studien näher beleuchtet werden. Während der eigenen Beobachtungen wurden nur sehr selten Wasser trinkende „Auerochsen“ beobachtet.

Bei der heute praktizierten Haltung von „Auerochsen“ in begrenzt großen Habitaten scheint es unmöglich, die Tiere – vor allem während Notzeiten – ohne jegliches Zufüttern von Grobfutter zu halten. Einerseits können Rinder nicht wie Pferde Schnee vom Futter wegscharren, bzw. nach nahrhaften Wurzeln und Rhizomen verschiedener Pflanzen scharren (Bunzel-Drücke et al., 2008). Andererseits reicht die vorhandene Futtermenge in den allermeisten Habitaten nicht aus, um die Tiere den Winter über entsprechend und ausreichend zu ernähren. Auf der Insel Wörth und im

Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ hätten die Herden den Winter ohne Zufütterung mit großer Wahrscheinlichkeit auch nicht ohne größere Verluste (Gewichts-/Konditionsverlust, Tod) (Zimmermann et al., 2004; Koene, 2006; Bunzel-Drücke et al., 2008; Wild und Hund, 2010) überstehen können. Während der winterlichen Untersuchungsphasen war die Grasnarbe bereits sehr kurz abgefressen (Abb. 5-1 und Abb. 5-2). Eine Quantifizierung der im Gebiet vorhandenen Biomasse wurde in dieser Untersuchung nicht durchgeführt. Wie die thermographischen Untersuchungen in Kapitel 2 zeigen, sind „Auerochsen“ zwar sehr gut isoliert, können den Stoffwechsel im Winter bei Nahrungsknappheit und verminderter Futterqualität aber vermutlich nicht so stark herunterfahren wie z. B. Rotwild, um auf diese Weise Energie einzusparen. Beim Vorhandensein eines solchen „Energiesparmodus“ könnten Zeiten der Nahrungsknappheit viel besser überdauert werden. Dies sollte, wie bereits oben erwähnt, in weiterführenden Studien näher beleuchtet werden, um genauere Aussagen treffen zu können.



Abb. 5-1: Grasnarbe im März im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“
(eigene Aufnahme)



Abb. 5-2: Grasnarbe im Nov/Dez auf der Insel Wörth
(eigene Aufnahme)

In freier Wildbahn zeigen Wildtiere (z. B. Rotwild, Gnu) Zugverhalten. Vermutlich würden die „Auerochsen“ – wenn sie die Möglichkeit hätten – zu gegebener Zeit zwischen verschiedenen Nahrungsgründen und möglicherweise auch Vegetationstypen wechseln. Feste und abgeschnittene Habitats sowie Zersiedelung erschweren bzw. verhindern jedoch dieses Zug- und Wahlverhalten. Wie aus den

Ergebnissen dieser Arbeit ersichtlich wird, besitzen und zeigen die „Aurochs“ die Bereitschaft, täglich weite Strecken zurückzulegen. Brade und Flachowsky (2007) beschrieben, dass Rinder aufgrund ihrer Ernährungsweise an viel Bewegung angepasst sind und auf der Weide täglich bis zu 13 km, abhängig von der Größe der Weide, der Verfügbarkeit und Qualität der Nahrung, der Rasse, dem Geschlecht, dem Alter und der Umgebungstemperatur, zurücklegen. In der vorliegenden Studie nutzten sowohl die Wörther als auch die Hattinger „Aurochs“ täglich das gesamte, ihnen zur Verfügung stehende, weiträumige Habitat. Es ist empfehlens- und wünschenswert, den „Aurochs“ ein ausreichend großes und variables Habitat anzubieten, sodass sie täglich weite Strecken zurücklegen können; durch die zusätzliche Quantität und Qualität des Nahrungsangebots könnte sicherlich auch in einigen Gebieten die Bedeutung einer Zufütterung im Winter reduziert werden.

6 Zusammenfassung

Der Einsatz großer Pflanzenfresser in extensiver Ganzjahresbeweidung ist ein viel diskutiertes Konzept. Die mit Herbivorie einhergehenden, natürlich ablaufenden Prozesse sollen unterstützt werden, um eine maximale Biodiversität zu erreichen. Dies ging und geht mit Überlegungen einher, dass Megaherbivoren einen großen Einfluss auf ihr Habitat nehmen und seit jeher für ein Offenhalten der Landschaft sorgen. Weil jede Tierart besondere Habitat- und Futteransprüche, eine bestimmte Art der Futteraufnahme, eine bestimmte Verdauungsstrategie und eine spezifische Fähigkeit der Verwertbarkeit des angebotenen Futters besitzt, muss genau abgewogen werden, welche Tierart für ein gegebenes Habitat einsetzbar und passend ist. Die vorliegende Arbeit sollte dazu beitragen, genauere Empfehlungen geben zu können, in welchem Habitat eine Ganzjahresbeweidung mit „Auerochsen“ stattfinden kann. Hierzu wurden Aspekte der Verdauung und Thermoregulation, der Habitatnutzung sowie die Relevanz ausgewählter Nähr- und Mineralstoffe für die Ernährung der „Auerochsen“ behandelt und näher beleuchtet.

Für diese Studie wurden zum einen in einem vergleichenden Ansatz von vier Wisenten und sieben „Auerochsen“, die Heu vergleichbarer Qualität zu fressen bekamen, die Kotpartikelgröße und der Kot-Stickstoffgehalt als Indikator für die Verdaulichkeit ermittelt, um damit Aussagen zur Verdauungskapazität der beiden Herbivoren treffen zu können. Darüber hinaus wurden thermographische Aufnahmen der Tiere gemacht.

Zum anderen fanden während der einzelnen Jahreszeiten bei zwei „Auerochsen“-Herden in unterschiedlichen Habitaten Freilandbeobachtungen statt, um einen Einblick in die Habitat- und Futterpflanzennutzung der „Auerochsen“ zu erhalten. Die Gebiete unterschieden sich vor allem im Vorkommen von Gehölzen als Landschaftselement und Futter. An allen Beobachtungstagen wurde das Aktivitätsbudget mit der Methode des „scan samplings“ und mit der Aufzeichnungsmethode des „time samplings“ ermittelt. Außerdem wurden in den zwei unterschiedlichen „Auerochsen“-Habitaten Pflanzenproben gesammelt, die im Labor analysiert wurden, um Aussagen über den Mineral- und Nährstoffgehalt treffen zu können.

Folgende Ergebnisse können festgehalten werden:

Zusammenfassung

1.) Beim Vergleich der Wisente und „Auerochsen“ hinsichtlich Nahrungszerkleinerung und Thermoregulation wurden keine wesentlichen Unterschiede sichtbar. Beide Tierarten hatten eine fast identische durchschnittliche Kotpartikelgröße (gewichteter Mittelwert (\pm Standardabweichung): Wisent $0,48 \text{ mm} \pm 0,10 \text{ mm}$, „Auerochse“ $0,50 \text{ mm} \pm 0,09 \text{ mm}$) und Kotpartikelverteilung. Thermoregulatorisch zeigten sich bei Wisent und „Auerochse“ bis zu Temperaturen von ca. $-5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ keine Unterschiede.

2.) Bei den Kot-Stickstoffgehalten zeigten die „Auerochsen“ höhere Werte als die Wisente ($p < 0,001$), und zwar um etwa drei Prozentpunkte. Dies würde für eine höhere Verdauungskapazität bei faserreicher Nahrung wie Grasheu beim „Auerochsen“ gegenüber den Wisenten sprechen. Die Verdaulichkeit der organischen Substanz des Futters erlaubt eine annäherungsweise Aussage über die für das Tier verfügbare Energie, da durch Unterschiede in der Verdaulichkeit der größte Teil der Unterschiede im Gehalt an umsetzbarer Energie erklärt wird. Nicht ausgeschlossen werden kann, dass die Unterschiede im Kot-N zwischen den beiden Arten auch durch graduelle Unterschiede in Aspekten der Verdauungsphysiologie wie einer Verschiebung der mikrobiellen Umsetzungen in den Vormägen von der Bildung von Fermentationsprodukten (kurzkettige Fettsäure) zur Synthese von Mikrobenmasse erklärt werden können, wobei dann die Verdaulichkeit der organischen Substanz des Futters bei beiden Arten vergleichbar sein könnte.

3.) Anhand der Futterpflanzennutzung lässt sich ableiten, dass die „Auerochsen“ das abwechslungsreiche Nahrungsangebot nutzten und die für sie notwendigen Pflanzen und Pflanzenteile selektierten. Auf diese Weise werden z. B. Kastanien und Eicheln zur besseren Energieversorgung, Blätter und Kräuter (z. B. Ross-Minze) zur besseren Mineralstoffversorgung und Riesenbärenklau für eine gute Selen-Versorgung gefressen.

Die Wörther „Auerochsen“ nutzten die auf der Insel reichlich vorhandenen Gehölzstrukturen (Gehölzanteil am gesamten Futter ca. 7-12 %) signifikant häufiger als die Hattinger Tiere (Gehölzanteil am gesamten Futter ca. 1-5 %), denen verhältnismäßig wenig Solitärbäume und lediglich ein paar Feldgehölzstrukturen zur Verfügung standen. Es war ein hochsignifikanter Effekt der Jahreszeit festzustellen.

Zusammenfassung

Im Vergleich mit den Wörther Tieren nahmen die Hattinger „Auerochsen“ mehr Rohprotein auf ($p < 0,001$). Der Fasergehalt (NDF) war zwischen den beiden Gebieten nicht signifikant verschieden ($p = 0,091$). Die Jahreszeit wirkte sich allerdings signifikant ($p = 0,002$) auf die aufgenommenen NDF-Gehalte aus.

4.) „Auerochsen“ ziehen viel umher. Vermutlich würden sie – wenn die Möglichkeit gegeben ist – zu gegebener Zeit zwischen verschiedenen Habitaten und Vegetationstypen wechseln. Feste und abgeschnittene Habitate erschweren bzw. verhindern jedoch entsprechend dieses Zug- und Wahlverhalten. Dennoch ist es empfehlens- und wünschenswert, den Tieren ein ausreichend großes und variables Habitat anzubieten, sodass sie täglich weite Strecken zurücklegen können; durch die zusätzliche Quantität und Qualität des Nahrungsangebots könnte sicherlich auch in einigen Gebieten die Bedeutung einer Zufütterung im Winter reduziert werden.

7 Summary

The use of large herbivores in extensive year-round grazing is a much discussed concept. The naturally occurring processes associated with herbivory are to be supported in order to achieve maximum biodiversity. It has been and is thought that megaherbivores have considerable impact on their habitat and keep the countryside open. Because every species has a variety of characteristics, such as feed and habitat requirements, a certain type of feed intake, a certain digestive strategy and a specific ability to make use of the offered food, it is important which species is used in a given habitat. This study aimed at contributing to more detailed recommendations on „aurochs“ habitat requirements for year-round grazing. Therefore aspects like digestion, thermoregulation, habitat use, as well as the relevance of selected nutrients and minerals were examined.

For this study on the one hand four European bisons (wisents) and seven „aurochs“ were fed hay of similar quality, and fecal particle size and nitrogen content as an indicator of the digestibility of the diet were determined, both as an indication of the digestive capacity of the two species. In addition, thermographic images of the animals were taken. On the other hand habitat field observations of two different „aurochs“-herds were conducted in two different habitats throughout the seasons of the year to get an insight into the usage of habitats and forage plants. The habitats differed in the availability of trees and shrubs as landscape elements and potential forage. The activity budget was evaluated with the method of „scan sampling“ with the recording method of „time sampling“ on all observation days. In addition, plant samples were collected in the two different „aurochs“-habitats and were analyzed in the laboratory to evaluate the nutrient and mineral contents available in the different study sites.

The following results were obtained:

1.) The comparison of the wisents and „aurochs“ regarding the particle size reduction of feed showed no significant differences. Both species had an almost identical average fecal particle size (weighted average (\pm standard deviation): wisent $0.48 \text{ mm} \pm 0.10 \text{ mm}$, „aurochs“ $0.50 \text{ mm} \pm 0.09 \text{ mm}$) and fecal particle distribution. In the

Summary

sense of thermoregulation both wisent and „aurochs“ are well equipped for temperatures up to minus 5 °C.

2.) The fecal nitrogen content of the „aurochs“ was higher than that of the European bison ($p < 0.001$) on the size of about three percentage units. This implies a higher digestive capacity for high fibre forage such as grass hay in the „aurochs“ compared to the European bison. The digestibility of organic matter of the feed is an indication of the energy available for the animal, as differences in digestibility explain most of the differences in metabolizable energy content. At present, it can not be excluded that the differences in faecal-N content are due to gradual differences in digestive physiology, leading to a shift in ruminal microbial metabolism from fermentation products (short chain fatty acids) towards increased microbial biomass synthesis, while organic matter digestibility would be rather identical for the two species.

3.) The „aurochs“ made use of the variety of available food resources and selected for particular plants and plant parts. They consumed chestnuts and acorns for better energy supply, leaves and herbs (e.g. horsemint) for better supply of minerals and giant hogweed for a good selenium supply.

The „aurochs“ from the island Wörth (higher abundance of shrub structures) had a higher proportion of browse in diet (7-12 %) than the „aurochs“ from Hattingen (1-5%). For the latter few solitary trees and only some groups of trees were available. There was a highly significant effect of season.

In contrast to the „aurochs“ from the island Wörth the „aurochs“ from Hattingen ingested more crude protein ($p < 0,001$). The fibre content (NDF) was not different between the two habitats ($p = 0,091$). However, the season had a significant effect on the ingested NDF-concentrations ($p = 0,002$).

4.) „Aurochs“ roam around a lot. If they were given the chance they would probably alternate seasonally between different feeding areas and vegetation types. Restricted and splitted habitats complicate and prevent this migration and choice pattern. Nevertheless it is advisable and desirable to offer the animals a sufficiently large and variable habitat, so that they can travel daily long distances. In some areas, the additional quantity and quality of the food supply would certainly reduce the importance of supplementary feeding in winter.

8 Literaturverzeichnis

ABSP (Artenbiotop-Schutzprogramm) Garmisch-Partenkirchen: Entwurf

Aiple (1999), zitiert nach: Freistaat Sachsen (2008) Untersuchung und Bewertung von Futtermitteln für Wiederkäuer im Freistaat Sachsen, <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/13612> (letzter Zugriff: 24.09.2014)

Aleksandrov, V.N. und Golgovskaya, K.J. (1965) Kormovje ugodia zubrov Kavkazskogo Zapovednika. Trudy Kavkazskogo Gosudarstvennogo Zapovednika 8: 129-154

Arnold, W., Ruf, T., Reimoser, S., Tataruch, F., Ondersheka, K., Schober, F. (2004) Nocturnal hypometabolism as an overwintering strategy of red deer (*Cervus elaphus*). American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology 286: R174-R181

Arnold, W., Ruf, T., Kuntz, R. (2006) Seasonal adjustment of energy budget in a large wild mammal, the Przewalski horse (*Equus ferus przewalskii*) - II. Energy expenditure. The Journal of Experimental Biology 209: 4566-4573

Assmann, T. und Falke, B. (1997) Bedeutung von Hudelandschaften aus tierökologischer und naturschutzfachlicher Sicht. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 54: 129-144

Bachmann, W. und Roosen, R. (Hrsg.) (2006) Praxishandbuch Jagd. Erfolgreich jagen und hegen. 2. Auflage, Kosmos Verlag, Stuttgart

Bae, D.H., Welch, J.G., Gilman, B.E. (1983) Mastication and rumination in relation to body size of cattle. Journal of Dairy Science 66: 2137-2141

Bahr, C (2007) Sensorbasierte Analyse und Modellierung ausgewählter Verhaltensparameter von Mutterkühen. Dissertation, Humboldt-Universität zu Berlin

Literaturverzeichnis

Baskin, L. und Danell, K. (2003) Ecology of Ungulates: A Handbook of Species in Eastern Europe and Northern Central Asia. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 434 S.

Beobachter (2013) Wildrinder: Wiederkehr der Wisente.

www.beobachter.ch/natur/flora-fauna/lebensraeume/artikel/wildrinder_wiederkehr-der-wisente/ (letzter Zugriff 19.02.2013)

Bergmann, W. (1993) Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen - Visuelle und analytische Diagnose. 3., erweiterte Auflage, Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart

Bianca, W. (1968) Neuzeitliche Ergebnisse und Aufgaben der Bioklimatologie bei Haustieren. Der Tierzüchter, Sonderdruck aus Heft Nr. 12, S. 438-442

Bianca, W. (1971) Die Anpassung des Haustieres an seine klimatische Umgebung. Schweizerische landwirtschaftliche Forschung, Band 10, Heft 2/3, S. 155-205

Bianca, W. (1977) Temperaturregulation durch Verhaltensweise bei Haustieren. Der Tierzüchter 29: 109-113

Biologische Station im Ennepe-Ruhr-Kreis (2008) Bericht 2008 für das NSG „Ruhraue Hattingen-Winz“. Hattingen, Ennepe-Ruhr-Kreis

Bjørndal, K.A., Bolten, A.B., Moore, J.E. (1990) Digestive fermentation in herbivores: effect of food particle size. Physiological Zoology 63: 710-721

Bogner, H. und Grauvogl, A. (1984) Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. 1. Auflage, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart

Bokdam, J. (2003) Nature conservation and grazing management. Free-ranging cattle as a driving force for cyclic succession. Dissertation, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands

Bokdam, J. und Wallis De Vries, M.F. (1992) Forage quality as a limiting factor for cattle grazing in isolated dutch nature reserves. *Conservation Biology* 6 (3): 399-408

Bollongino, R., Burger, J., Powell, A., Mashkour, M., Vigne, J.-D., Thomas, M.G. (2012) Modern Taurine Cattle descended from small number of Near-Eastern founders. *Molecular Biology and Evolution* 29(9): 2101-2104

Bongard, J.H. (1835): *Wanderung zur Neandershöhle – Eine topographische Skizze der Gegend von Erkrath an der Düssel*. Arnz & Comp, Düsseldorf, Faksimile

Borowski, S. und Kossak, S. (1972) The natural food preferences of the European bison in seasons free of snow cover. *Acta Theriologica* 17: 151-169

Borowski, S., Kasiński, Z., Miłkowski, L. (1967) Food and Role of the European Bison in Forest Ecosystems. *Acta Theriologica* Vol. 12, 25: 367-376

Brade, W. und Flachowsky, G. (Hrsg.) (2007) *Rinderzucht und Rindfleischerzeugung. Empfehlungen für die Praxis*. Landbauforschung Völkenrode, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig, Sonderheft 313

Brammert-Schröder, I. (2012) Fütterung: Vitamine für die Eutergesundheit. *Tiergesundheit aktuell*, Ausgabe Rind 03, www.tierarzt-owschlag.de/pdf/Rind%203-2012.pdf (letzter Zugriff: 16.06.2013)

Brändle, S., Heckenberger, G., Martin, J., Meyer, A., Scholz, H., Steinberger, S. (2009) Empfehlungen zur Fütterung von Mutterkühen und deren Nachtzucht, DLG-Fütterungsempfehlungen, DLG e.V., Frankfurt am Main

Brinkmann, L., Gerken, M., Riek, A. (2012) Adaptation strategies to seasonal changes in environmental conditions of a domesticated horse breed, the Shetland pony (*Equus ferus caballus*). *The Journal of Experimental Biology* 215: 1061-1068

Bundesministerium der Justiz (2013) Tierschutzgesetz. www.gesetze-im-internet.de/tierschg/BJNR012770972.html (letzter Zugriff: 18.05.2013)

Literaturverzeichnis

Bunzel-Drücke, M. (1996) Vom Auerochsen zum Heckrind. Natur- und Kulturlandschaft 1: 37-48, Höxter

Bunzel-Drücke, M. (2004) Ersatz für Tarpan und Auerochse – Chancen und Grenzen beim Einsatz von Pferden und Rindern in Wildnisgebieten. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, H. 78, S. 491-510, Bundesamt für Naturschutz, Bonn

Bunzel-Drücke, M., Drücke, J., Hauswirth, L., Vierhaus H. (1999) Großtiere und Landschaft – Von der Praxis zur Theorie, in: Gerken, B., Görner, M. (Hrsg.): Europäische Landschaftsentwicklung mit großen Weidetieren – Geschichte, Modelle und Perspektiven, Natur- und Kulturlandschaft, Höxter/Jena, Band 3, Seiten 210-229

Bunzel-Drücke, M., Böhm, C., Finck, P., Kämmer, G., Luick, R., Reisinger, E., Riecken, U., Riedl, J., Scharf, M., Zimball, O. (2008) „Wilde Weiden“ – Praxisleitfaden für Ganzjahresbeweidung in Naturschutz und Landschaftsentwicklung, ABU im Kreis Soest e.V., Bad Sassendorf-Lohne

Bunzel-Drücke, M. und Scharf, M. (2004) Naturentwicklung mit Rindern und Pferden in der Lippeaue. NUA-Seminarbericht Band 9: Lippe: Entwicklung, Visionen, 1. Auflage 01/2004, Seiten 81-86

Bürgener, M. (1969) Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 110 Arnsberg. Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung, Bad Godesberg

Bützler, W. (1986) *Cervus elaphus* Linnaeus, 1758 - Rothirsch. In: Niethammer, J. und Krapp, F. (Hrsg.) Handbuch der Säugetiere Europas. Band 2/II Paarhufer, Aula-Verlag, Wiesbaden, S. 106-139

Clauss, M., Hatt, J.-M., Hummel, J. (2006) Fütterung großer Pflanzenfresser. In: Arbeitstagung der Zootierärzte im deutschsprachigen Raum, Frankfurt, 03 November 2006 - 05 November 2006, S. 61-74

Clauss, M. und Lechner-Doll, M. (2001) Differences in selective reticulo-ruminal particle retention as a key factor in ruminant diversification. *Oecologia* 129: 321-327

Clauss, M., Schwarm, A., Ortmann, S., Streich, W.J., Hummel, J. (2007) A case of non-scaling in mammalian physiology? Body size, digestive capacity, food intake, and ingesta passage in mammalian herbivores. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A* 148: 249-265

Conradi, H. (1960) Der Gehalt an Nährstoffen, Mengen- und Spurenelementen von Reisig verschiedener Baum- und Straucharten - unter besonderer Berücksichtigung der Äsungsverhältnisse des Rehwildes im Winter auf der Schwäbischen Alb. Dissertation, Landwirtschaftliche Hochschule Hohenheim

Davidson, D.W. (1993) The effects of herbivory and granivory on terrestrial plant succession. *Oikos* 68: 23-35

Demment, M.W. und Van Soest P.J. (1985) A nutritional explanation for body-size patterns of ruminant and nonruminant herbivores. *The American Naturalist* 125: 641-672

Dietz, H-J (2006) 85 Jahre Naturschutzgebiet Neandertal. *LÖBF Mitteilungen* 4/2006

DIN (Deutsches Institut für Normung e.V., 1998): Internationale Norm ISO 13878, Bestimmung des Gesamt-Stickstoffs durch trockene Verbrennung (Elementaranalyse), Berlin

Ebel, G. (2002) Einfluss des Tierverhaltens auf die Exkrementstellenverteilung, den Exkrementstickstoffrückfluss und die Mengen an mineralischem Bodenstickstoff auf Mähstandweiden mit Mutterkühen. Dissertation, Humboldt-Universität zu Berlin

Ellenberg, H. (1996) *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. 5. Auflage, Ulmer Verlag, Stuttgart

Literaturverzeichnis

Esser, W. (1956) Mengen- und Spurenelementgehalte von Wild- und Kulturpflanzen der Schwäbischen Alb - unter Berücksichtigung der Äsungsverhältnisse des Rehwildes. Dissertation, Landwirtschaftliche Hochschule Hohenheim

Falke, B. und Assmann, T. (2001) Laufkäferuntersuchungen in nordwestdeutschen Hudewäldern und Hudelandschaften. Angewandte Carabidologie Supplement II: 51-54

Feh, C., Shah, N., Rowen, M., Reading, R., Goyal, S.P. (2002) Status and Action Plan for the Asiatic Wild Ass (*Equus hemionus*). In: Moehlemann, P.D. [Hrsg.] Equids: Zebras, Asses and Horses. Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN/SSC Equid Specialist Group: 62-71, IUCN, Gland

Frankfurter Rundschau (2013) Wisente: Die wilden Rinder kommen.
www.fr-online.de/natur/wisente-die-wilden-rinder-kommen (letzter Zugriff 05.04.2013)

Frisch, W. (2010) Der Auerochs. Concella Verlagsbuchbinderei GmbH & Co. KG

Fritz, J. (2007) Allometrie der Kotpartikelgröße von pflanzenfressenden Säugern, Reptilien und Vögeln. Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität München

Fritz, J., Streich, W.J., Schwarm, A., Clauss, M. (2012) Condensing results of wet sieving analyses into a single data: a comparison of methods for particle size description. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, Vol. 96: 783-797

Fuchs, S. und Scherer, U. (2013) Bilanzierung der Einträge von Kupfer, Zink und Blei. Teil 1. Institut für Siedlungswasserwirtschaft, Universität Karlsruhe
www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/stoffhaushalt/Beitrag4.pdf (letzter Zugriff: 14.06.2013)

Fuchs, S., Wander, R., Scherer, U. (2007) Relative Bedeutung der verschiedenen Zink-Emissionen für die regionalen Zinkkonzentrationen in deutschen Oberflächengewässern. Endbericht, Institut für Wasser und Gewässerentwicklung, Universität Karlsruhe

isww.iwg.kit.edu/medien/FKZ_360_12_015_Zink-Gutachten_IWG_deutsch.pdf
(letzter Zugriff: 14.06.2013)

Fujikura, T., Oura, R., Sekine, J. (1989) Comparative morphological studies on digestion physiology of herbivores. I. Digestibility and particle distribution of digesta and feces of domestic and feral animals. Journal of the Faculty of Agriculture - Tottori University 25: 87-93

Gaussorgues, G. (1994) Infrared thermography. Chapman & Hall, London

Gębczyńska, Z., Kowalczyk, J., Krasińska, M., Ziółcka, A. (1974) A comparison of the Digestibility of Nutrients by European Bison and Cattle. Acta Theriologica, Vol. 19, 19: 283-289

Gębczyńska, Z. und Krasińska, M. (1972) Food preferences and requirements of the European bison. Acta Theriologica 17: 105-117

Gerken, B., Krannich, R., Krawczynski, R., Sonnenburg, H., Wagner, H-G. (2008) Hutelandschaftspflege und Artenschutz mit großen Weidetieren im Naturpark Solling-Vogler. Naturschutz und Biologische Vielfalt Heft 57, Bundesamt für Naturschutz, Bonn - Bad Godesberg

GfE [Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie] (2001) Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG-Verlag, Frankfurt am Main

GfE [Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie] (2008) Neue Gleichungen zur Schätzung der Umsetzbaren Energie für Wiederkäuer von Gras- und Maisprodukten. Proceedings of the Society of Nutrition Physiology 17: 191-198

Gissel-Nielsen, G. (1975) Selenium Concentration in Danish Forage Crops. Acta Agriculturae Scandinavica 25: 216-220

Gissel-Nielsen, G. (1993) General aspects of selenium fertilization. Norwegian Journal of Agricultural Sciences. Supplement No. 11: 135-140

Gissel-Nielsen, G., Gupta, U.C., Lamand, M., Westermarck, T. (1984) Selenium in soils and plants and its importance in livestock and human nutrition. Advances in Agronomy 37: 397-460

Graczyk, R. (1981) Der Wisent (*Bison bonasus bonasus*, Linnaeus 1758) in Polen und die Perspektiven seiner Restitution in Wäldern Europas. Zeitschrift für Jagdwissenschaft 27 (2): 91-101

Gronbach, G. (1964) Die Gehalte der Rinden verschiedener Baumarten an organischen Substanzen. (Zur Frage des Schälens durch Rotwild). Dissertation, Landwirtschaftliche Hochschule Hohenheim

Hammel, H.T. (1955) Thermal properties of fur. American Journal of Physiology 182: 369-376

Hartfiel, W. und Bahnert, N. (1986) Zur Selenversorgung von Wiederkäuern. Sonderdruck aus Kongreßband 1985, VDLUFA-Schriftenreihe, 16: 511-518, VDLUFA-Verlag, Darmstadt

Hartfiel, W., Pfeiffer, J., Dissen, J. (1985) Energetische Untersuchungen an Reh und Schaf mit Hilfe der quantitativen Thermographie zur Beurteilung des Energiebedarfs im Winter. Zeitschrift für Jagdwissenschaft 31: 34-41

Haygarth, P.M., Fowler, D., Stürup, S., Davison, B.M., Jones, K.C. (1994) Determination of gaseous and particulate selenium over rural Grassland in the U.K. Atmospheric Environment 28: 3655-3663

Heidemann, G.v. (1986) *Cervus dama* (Linnaeus, 1758) - Damhirsch. In: Niethammer, J. und Krapp, F. (Hrsg.) Handbuch der Säugetiere Europas. Band 2/II Paarhufer, Aula-Verlag, Wiesbaden, S. 140-158

Hilsberg, S. (2000) Aspekte zur klinischen Anwendung der Infrarot-Thermographie in der Zoo- und Wildtiermedizin. Dissertation, Universität Leipzig

Hirsch-Reinshagen, P. (1962) Die Mengen- und Spurenelementgehalte von Rinden verschiedener Baumarten. (Zur Frage des Schälens durch Rotwild). Dissertation, Landwirtschaftliche Hochschule Hohenheim

Hofmann, R.R. (1989) Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. *Oecologia* 78: 443-457

Hofmann, R.R. (2012) Über die Wechselwirkungen von Wald und Wild - eine uralte Geschichte der Ko-Evolution. *Artenschutzreport* 28, 42-50

Hofmann, W. (1992) Rinderkrankheiten. Band 1: Innere und chirurgische Erkrankungen. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart

holidaycheck (2011) www.holidaycheck.de/klima-wetter_Murnau+am+Staffelsee-ebene_oid-id_16530.html (letzter Zugriff 13.09.2011)

Holodova, M.V. und Belousova, I.P. (1989) Potreblenie i usvoenie pitatel'nykh veshchestv i energii zubrami (*Bison bonasus*). *Zoologicheskii Zhurnal* 68:107-117

Hummel, J., Fritz, J., Kienzle, E., Medici, E.P., Lang, S., Zimmermann, W., Streich, W.J., Clauss, M. (2008) Differences in fecal particle size between free-ranging and captive individuals of two browser species. *Zoo Biology* 27: 70-77

Hummel, J., Südekum, K.-H., Streich, W.J., Clauss, M. (2006) Forage fermentation patterns and their implications for herbivore ingesta retention times. *Functional Ecology* 20: 989-1002

Ivlev, V.S. (1961) Experimental ecology of the feeding of fishes. – New Haven

Jacobs, J. (1974) Quantitative measurement of food selection. A modification of the forage ratio and Ivlev's electivity index. *Oecologica* 14: 413-417

Jeroch, H., Drochner, W., Simon, O. (2008) Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. 2. Auflage, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart

Jeroch, H., Flachowsky, G., Weißbach, F. (1993) Futtermittelkunde. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart

Johnson, C.N. (2009) Ecological consequences of Late Quaternary extinctions of megafauna. *Proceedings of the Royal Society B* 276: 2509-2519

Johnson, R.R. (1972) Feedstuffs utilized by ruminants. (In: Digestive physiology and nutrition of ruminants. Ed. D.C. Church). 3: 9-34 Oregon

Kalugin C.G. (1968) Vostanovleniye zubra na severo-zapadnom Kavkaze. *Trudy Kavkazskogo Zapovednika* 10: 3-94

Kamphues, J., Coenen, M., Kienzle, E., Pallauf, J., Simon, O., Zentek, J. (2004) Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung. 10. Auflage, Verlag M. & H. Schaper, Alfeld-Hannover

Kay, R.N.B. (1987) Comparative studies of food propulsion in ruminants. In: Ooms LA A; Degtyse AD, Van Miert ASJPAM (Hrsg) Physiological and pharmacological aspects of the reticulo-rumen. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, 155-170

Kirchgeßner, M., Roth, F.X., Schwarz, F.J., Stangl, G.I. (2008) Tierernährung. 12., neu überarbeitete Auflage, DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main

Kobbelt, A. (2000) Nahrungsökologie der Przewalskipferde im Hortobágy-Nationalpark (Ungarn). Aktivitätsbudget, Habitatnutzung und Nahrungsaufnahmeverhalten unter naturnahen Bedingungen. Diplomarbeit, Zoologisches Institut der Universität zu Köln

Literaturverzeichnis

Koene, P. (2006) Feeding and Welfare in Domestic Animals: A Darwinistic Framework. In: Bels, V. (ed.) Feeding in Domestic Vertebrates: From Structure to Behaviour. CAB International, Wallingford, pp.: 84-107

Kohlschein, G.M. (2011) Untersuchungen zur Futteraufnahme, Verdaulichkeit, Ingestapassage und Partikelgröße beim Elch (*Alces alces*) bei unterschiedlichen Raufutter-Rationen. Dissertation, Universität Zürich

Kowalczyk, R. (2010) European Bison – King of the Forest, or an escapee from the open space? Zubr w Puszczy Krolewskiej, Niepolomice 9-10 wrzesnia 2010, Streszczenia referatow, VIII Miedzynarodoea Konferencja, 30-31 (English summary)

Kowalczyk, J., Gębczyńska, Z., Krasińska, M. (1976) The digestibility of nutrients of natural diet by European bison in different seasons. Acta Theriologica, Vol. 21, 8: 141-146

Krasińska, M. und Krasiński, Z.A. (2008) Der Wisent. Die Neue Brehm-Bücherei Bd. 74, Westarp Wissenschaften-Verlagsgesellschaft mbH, Hohenwortsleben

Kraus, A. (1988) Langfristige Forstbetriebsplanung für die Insel Wörth. Bayerische Verwaltung der Staatlichen Schlösser und Seen

Krebs, H. (2005) Vor und nach der Jägerprüfung. 55. Auflage, BLV Buchverlag, München

Landwirtschaftskammer NRW (2012) Mutterkühe kostengünstig füttern; www.landwirtschaftskammer.de, Stand: 28.12.2012

LANUV NRW (2011) Der Riesenbärenklau im Garten ... ganz schön (und) gefährlich. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/infoblaetter/info4/lanuvinfo4.pdf (letzter Zugriff: 16.06.2013)

LANUV NRW (2013) Das Klima in NRW. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, www.lanuv.nrw.de/klima/klimanrw.htm (letzter Zugriff: 18.05.2013)

Laser, H. (2004) Pflanzenbauliche Ansätze zur Selen-Versorgung von Mutterkühen und Fleischrindern in Weidesystemen. Habilitationsschrift, Justus-Liebig-Universität Gießen

Laser, H. (2005) Vergleichbarkeit der Rohproteinbestimmung nach DUMAS und nach KJELDAHL bei unterschiedlichen Weideaufwüchsen. 49. Jahrestagung, 25. bis 27. August 2005 in Bad Elster

Latham, M.J., Brooker, B.E., Pettipher, G.L., Harris, P.J. (1978) *Ruminococcus flavefaciens* cell coat adhesion to cotton cellulose and to the cell walls in leaves of perennial ryegrass (*Lolium perenne*). Applied and Environmental Microbiology 35: 156-165

Lechner-Doll, M. (1986) Selektive Retention von Futterpartikeln verschiedener Größe im Magen-Darmkanal von Kameliden im Vergleich mit Rindern und Schafen im Sudan. Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover

Lechner-Doll, M., Kaske, M., von Engelhardt, W. (1991) Factors affecting the mean retention time of particles in the forestomach of ruminants and camelids. In: Tsuda, T., Saaski, Y., Kawashima, R. (Hrsg.) Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants. Academic Press, San Diego, 455-482

Lehmann, E.v. und Sägesser, H. (1986) *Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758 - Reh. In: Niethammer, J. und Krapp, F. (Hrsg.) Handbuch der Säugetiere Europas. Band 2/II Paarhufer, Aula-Verlag, Wiesbaden, S. 233-268

Leisen, E., Heimberg, P., Höltershinken, M. (2004) Mineralstoffversorgung bei Rindern und Kühen. Landwirtschaftskammer NRW, Leitbetriebe ökologischer Landbau Nordrhein-Westfalen, S. 235-239

Lfl (2008) Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkühe, Zuchtrinder, Mastrinder, Schafe, Ziegen; Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, 29. Auflage

Liedtke, H., Marcinek, J. (2002) Physische Geographie Deutschlands. 3. Auflage, Klett-Verlag

Lukas, M., Südekum, K.-H., Rave, G., Friedel, K., Susenbeth, A. (2005) Relationship between fecal crude protein concentration and diet organic matter digestibility in cattle. *Journal of Animal Science* 83: 1332-1344

Martin, P. und Bateson, P. (2007) *Measuring Behaviour - An Introductory Guide*. Third Edition, Cambridge University Press

McCafferty, D. J. (2007) The value of infrared thermography for research on mammals: previous applications and future directions. *Mammal Review* 37 (3): 207-223

McLeod, M.N., Minson, D.J. (1988) Large particle breakdown by cattle eating ryegrass and alfalfa. *Journal of Animal Science* 66: 992-999

Menard, C., Duncan, P., Fleurance, G., Georges, J.-Y., Lila, M. (2002) Comparative foraging and nutrition of horses and cattle in European wetlands. *Journal of Applied Ecology* 39: 120-133

Mertens, M. (2006) Vegetationskundliche Grundlagenerhebung der Insel Wörth im Staffelsee als Basis für ein Beweidungsprojekt. Diplomarbeit an der Fachhochschule Weihenstephan, Fakultät Landschaftsarchitektur, Fachrichtung Landschaftsplanung.

Merz, G. (1959) Über den Einfluß des Entwicklungsstadiums auf die Gehalte an Nährstoffen, Mengen- und Spurenelementen dreier Grasarten (*Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus* und *Alopecurus pratensis*). Dissertation, Landwirtschaftliche Hochschule Hohenheim

Mülleider, C. (2008) Verhalten des Rindes – Rinder richtig halten. BIO AUSTRIA Bauerntage 2008, Fachtag: Stallbautag für Rinderhalter, Seiten 115-118

Müller, D.W.H., Caton, J., Codron, D., Schwarm, A., Lentle, R., Streich, W.J., Hummel, J., Clauss, M. (2011) Phylogenetic constraints on digesta separation: Variation in fluid throughput in the digestive tract in mammalian herbivores. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A* 160: 207-220.
doi:10.1016/j.cbpa.2011.06.004

Murphy, M.R. und Nicoletti, J.M. (1984) Potential reduction of forage and rumen digesta particle size by microbial action. *Journal of Dairy Science* 67: 1221-1226

NABU Ennepe-Ruhr-Kreis (2011):
www.nabu-ennepe-ruhr.de/nabu_natur_erleben/naturschutzgebiete_regional.htm
(letzter Zugriff 19.07.2011)

National Research Council (2002) The Water Buffalo: New Prospects for an Underutilized Animal. Reprinted from the 1981 edition, Books for Business, New York, Hong Kong

Naturschutzverein Neandertal (2011) Wildgehege Neandertal. www.wildgehege-neandertal.de (letzter Zugriff 24.10.2011)

Nievergelt, B. und Zingg, R. (1986) *Capra ibex* Linnaeus, 1758 - Steinbock. In: Niethammer, J. und Krapp, F. (Hrsg.) Handbuch der Säugetiere Europas. Band 2/II Paarhufer, Aula-Verlag, Wiesbaden, S. 384-404

NIRS (Nahinfrarotspektroskopie) VDLUFA Qualitätssicherung NIRS GmbH, Kassel

Nygrén, K. (1986) *Alces alces* (Linnaeus, 1758) - Elch. In: Niethammer, J. und Krapp, F. (Hrsg.) Handbuch der Säugetiere Europas. Band 2/II Paarhufer, Aula-Verlag, Wiesbaden, S. 173-197

Literaturverzeichnis

Obst, M. und Scheibe, K.M. (2001) Untersuchungen zur Biorhythmik, Raumnutzung und sozialen Organisation extensiv gehaltener Heckrinder im Naturschutzgebiet „Falkenberger Rieselfelder“ im Norden Berlins. Natur- und Kulturlandschaft, Band 4, Seiten 281-289, Höxter/Jena

Ohlendorf, H.M. (1989) Bioaccumulation and effects of selenium in wildlife. In: Jacobs, L.W. (editor): Selenium in agriculture and the environment. Proceedings of the symposium of the American Society Agronomy and Soil Science Society of America in New Orleans. Soil Science Society of America, Special Publication 23: 133-177

Opitz von Boberfeld, W. (1999) Einfluss von Pflanzengesellschaft und Erntetermin auf die Selen- und Schwefelgehalte der Primäraufwüchse. Pflanzenbauwissenschaften 3 (2): 59-63

Perez-Barberia, F.J. und Gordon, I.J. (1998) Factors affecting food comminution during chewing in ruminants: a review. Biological Journal of the Linnean Society of London 63: 233-256

Phillips, P.K. (1992) Regulation of surface temperature in mammals. Ph.D. dissertaton, University of Chicago, Urbana-Champaign

Poettinger, J. (2011) Vergleichende Studie zur Haltung und zum Verhalten des Wisents und des Heckrindes. Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität München

Pond, K.R., Ellis, W.C., Akin, D.E. (1984) Ingestive mastication and fragmentation of forages. Journal of Animal Science 58: 1567-1574

Poppi, D.P., Norton, B.W., Minson, D.J., Hendricksen, R.E. (1980) The validity of the critical size theory for particles leaving the rumen. The Journal of Agricultural Science 94: 275-280

Poppi, D.P., Minson, D.J., Ternouth, J.H. (1981) Studies of cattle and sheep eating leaf and stem fractions of grasses. III. The retention time in the rumen of large feed particles. Australian Journal of Agricultural Research 32: 123-137

Pratt, R.M., Putman, R.J., Ekins, J.R., Edwards, P.J. (1986) Use of habitat by free-ranging cattle and ponies in the New Forest, Southern England. Journal of Applied Ecology 23: 539-557

Pucek, Z.v. (1986) *Bison bonasus* (Linnaeus, 1758) - Wisent. In: Niethammer, J. und Krapp, F. (Hrsg.) Handbuch der Säugetiere Europas. Band 2/II Paarhufer, Aula-Verlag, Wiesbaden, S. 278-315

Pucek, Z. (ed.); Pucek, Z., Belousova, I.P., Krasińska, M., Krasiński, Z.A., Olech, W. (comps.) (2004) European Bison. Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN/SSC Bison Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. ix + 54 pp.

Putman, R.J. (1986) Grazing in temperate ecosystems: large herbivores and the ecology of the New Forest. Croom Helm, London

Putman, R.J. (1996) Competition and resource partitioning in temperate ungulate assemblies. Chapman and Hall, London

Rahmann, G. (2000) Biotoppflege als neue Funktion und Leistung der Tierhaltung. Habilitationsschrift, Agraria 28, Dr. Kovac-Verlag, Hamburg

Rahmann, G. (2004) Gehölzfutter – eine neue Quelle für die ökologische Tierernährung. In: Landbauforschung Völkenrode, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig, Sonderheft 272

Radox Laboratories (1996) RANSEL Glutathione Peroxidase - Technical Brief, 1-2

Raquet, N. (2011) *In vitro* Untersuchungen zum relativen phototoxischen und photogentoxischen Potential natürlich vorkommender Furocumarine und Limettin. Dissertation, Technische Universität Kaiserslautern

Richmond, R.J., Hudson, R.J., Christopherson, R.J. (1977) Comparison of Forage Intake and Digestibility by American Bison, Yak and Cattle. *Acta Theriologica*, Vol. 22, 14: 225-230

Riedl, J. und Poettinger, J. (2009) Wisent auf Herbergssuche. Auswilderungsprojekte erkunden geeignete Gebiete für eine Rückkehr in die freie Wildbahn. *LWF aktuell* 73: 33-36

Rist, M., Schragel, I., Hörning, B., Raskopf, S., Simantke, C., Weiberg, P. (1992) Artgemäße Rinderhaltung – Grundlagen und Beispiele aus der Praxis. C.F. Müller-Verlag, Karlsruhe

Röhrs, M. (1986) *Ovis ammon musimon* (Pallas, 1811)* - Mufflon. In: Niethammer, J. und Krapp, F. (Hrsg.) *Handbuch der Säugetiere Europas*. Band 2/II Paarhufer, Aula-Verlag, Wiesbaden, S. 435-449

Sägesser, H. und Krapp, F. (1986) *Rupicapra rupicapra* (Linnaeus, 1758) - Gemse, Gams. In: Niethammer, J. und Krapp, F. (Hrsg.) *Handbuch der Säugetiere Europas*. Band 2/II Paarhufer, Aula-Verlag, Wiesbaden, S. 316-348

Sambras, H. H. (1978) *Nutztierethologie – Das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere – Eine angewandte Verhaltenskunde für die Praxis*. 1. Auflage, Paul Parey-Verlag, Berlin und Hamburg

Sambras, H. H. (1991) *Nutztierkunde*. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart

Sambras, H. H. (2011) *Farbatlas Nutztierassen*. 263 Rassen in Wort und Bild. 7., erweiterte Auflage, Ulmer Verlag

Scheibe, K.M., Lange, B., Sieling, Ch., Scheibe, A., Heinz, C., Gladitz, F. (1998) Entwicklung von Ortspräferenzen bei Przewalskipferden und Heckrindern und ihr Einfluß auf Vegetationsstrukturen. Brandenburgische Umwelt Berichte (BUB) 3, S. 69-77

Schley, L. und Leytem, M. (2004) Extensive Beweidung mit Rindern im Naturschutz: eine kurze Literaturlauswertung hinsichtlich der Einflüsse auf die Biodiversität. Bulletin de la Société des naturalistes luxembourgeois 105: 65-85

Schmidt, L., Hoppe, T., Weissbach, F. (2004) Anwendung der Kotstickstoff- und der n-Alkan-Methode zur Ermittlung der Futter- und Energieaufnahme von Jungrindern auf der Weide. In: Landbauforschung Völkenrode 54, 1: 35-44, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig

Schreiber, A. und Zimmermann, W. (2006) Reproductive Seasonality in Hemionines, *Equus hemionus*: A heritable Character for Systematics. In: Mashkour, M. (Hrsg.) Equids in Time and Space: 132-145, Oxbow Books, Oxford

Shaver, R.D., Nyles, A.J., Satter, L.D., Jorgensen, N.A. (1988) Influence of feed intake, forage physical form, and forage fiber content on particle size of masticated forage, ruminal digesta, and faeces of dairy cows. Journal of Dairy Science 71: 1566-1572

Simpson, A.M., Webster, A.J.F., Simpson, C.A. (1978) Energy and nitrogen metabolism of red deer. Journal of Wildlife Management 33: 490-498

Smith, J.E. und Bullock, D.J. (1993) A note on the summer feeding behaviour and habitat use of free-ranging goats (*Capra*) in the Cheddar Gorge SSSI. Journal of Zoology, London 231: 683-688

Sonnenburg, H. und Gerken, B. (2004) Das Hutewaldprojekt im Solling - Ein Baustein für eine neue Ära des Naturschutzes. 2. Auflage, Huxaria, Höxter

Sonnenburg, H., Gerken, B., Wagner, H.-G., Ebersbach, H. (2003) Das Hutewaldprojekt im Naturpark Solling-Vogler - Ein Baustein für eine neue Ära in Naturschutz und Landschaftsentwicklung. LÖBF-Mitteilungen 4/2003: 36-43

Sonnenländer (2011)

www.sonnenlaender.de/deutschland/klima-deutschland/klimatabellen-Hattingen/
(letzter Zugriff: 07.10.2011)

Speakman, J. R. und Ward, S. (1998) Infrared thermography: principles and applications. *Zoology* 101, 224-232

Spiekers, H. und Potthast, V. (2004) Erfolgreiche Milchviehfütterung, 4. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main

Tillmann, J., Bunzel-Drüke, M., Finck, P., Reisinger, E., Riecken, U. (2012) Etablierung einer freilebenden Wisentherde im Rothaargebirge. Ein Entwicklungs- und Erprobungsvorhaben des Bundes. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 44, 9: 267-272, Verlag Eugen Ulmer KG, Stuttgart

Townsend, C.R., Harper, J.L., Begon, M.E. (2003) Ökologie. Aus dem Englischen übersetzt von Steidle, J., Thomas, F., Stadler, B., Hoffmeister, U., Hoffmeister, T.; Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Troelsen, J.E. und Campbell, J.B. (1968) Voluntary consumption of forage by sheep and its relation to the size and shape of particles in the digestive tract. *Journal of Animal Production* 10: 289-296

Umwelt NRW (2013) Klima, Klimawandel und Klimafolgen in Nordrhein-Westfalen, www.umwelt.nrw.de/umwelt/pdf/klimawandel/1_Klimawandel_AuszugS22-27.pdf
(letzter Zugriff: 18.05.2013)

Van Soest, P.J. (1964) Symposium on nutrition and forage and pastures: new chemical procedures for evaluating forages. *Journal of Animal Science* 23, 3: 838-845

van Vuure, C. (2005) Retracing the Aurochs – history, morphology and ecology of an extinct wild ox. Pensoft, Bulgarien

VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten, 2007) Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch), Bd. III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Verlag, Darmstadt

Vera, F.W.E. (2009) Large-scale nature development - the Oostvaardersplassen. British Wildlife, S. 28-36

Verme, L.J. und Ullrey, D.E. (1972) Feeding and nutrition of deer. (In: Digestive physiology and nutrition of ruminants. Ed. D.C. Church). 3: 275-291

Vista Verde (2003) Hutewälder: Ur-Rinder verhelfen altem Eichenwald zu neuem Leben. www.vistaverde.de/news/Natur/0301/16_hutewald.htm (letzter Zugriff: 12.08.2013)

Vulink, J.T. (2001) Integrated conservation management in temperate lowland wetlands: evaluation and synthesis. – In: Vulink, J.T. (ed.): Hungry Herds: Management of temperate lowland wetlands by grazing. Van Zee tot Land 66, Rijksuniversiteit Groningen: 325-354

Walentowski, H., Ewald, J., Fischer, A., Kölling, C., Türk, W. (2004) Handbuch der natürlichen Waldgesellschaften Bayerns. 1. Aufl., Verlag Geobotanica, Freising

WallisDeVries, M.F. (1996) Nutritional limitations of free-ranging cattle: the importance of habitat quality. Journal of Applied Ecology 33: 688-702

Wallner, R.M. (2005) Ziegenzucht und Landschaftspflege. In: 2. Fachtagung für Ziegenhaltung, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Irdning, S. 15-22

Literaturverzeichnis

- Wang, C.J., Tas, B.M., Glindemann, T., Rave, G., Schmidt, L., Weißbach, F., Susenbeth, A. (2009) Fecal crude protein content as an estimate for the digestibility of forage in grazing sheep. *Animal Feed Science and Technology* 149: 199-208
- Ward, S., Rayner, J. M., Moller, U., Jackson, D. M., Nachtigall, W., Speakman, J. R. (1999) Heat transfer from starlings *Sturnus vulgaris* during flight. *Journal of Experimental Biology* 202: 1589-1602
- WAZ (2002a) Ochsen gegen Hunde in der Ruhraue. WAZ/WR, 08.11.2002
- WAZ (2002b) Brutversuche von 127 Vogelarten werden immer wieder gestört. RA/WAZ, 11.11.2002
- Weiß, J., Pabst, W., Strack, K.E., Granz, S. (2005) Tierproduktion. 13. Auflage, Parey Verlag, Singhofen
- Weissbach, F., Kuhla, S., Schmidt, L., Henkels, A. (1999) Schätzung der Verdaulichkeit und der Umsetzbaren Energie von Gras und Grasprodukten. *Proceedings of the Society of Nutrition Physiology* 8: 72
- Wenk, A. (2004) Beweidungsprojekt mit Heck-Rindern und Przewalski-Pferden im Wulfener Bruch (Sachsen-Anhalt) – Erfahrungen und Ergebnisse. NABU-Kreisverband Köthen e.V.
- Wild und Hund (2010) Vom Paradies in die Hölle. Oostvaardersplassen stirbt. *Wild und Hund* 10: 14-21
- Wilman, D., Yilun, J.I., Mtengeti, E.J., Ahmad, N. (1999) In vitro digestibility, breakdown when eaten and physical structure of stovers and straws compared with lucerne hay and sweet potatoe haulm. *Journal of Agricultural Science* 132: 491-498
- Wilson, J.R., McLeod, M.N., Minson, D.J. (1989) Particle size reduction of the leaves of a tropical and a temperate grass by cattle. I. Effect of chewing during eating and varying times of digestion. *Grass Forage Science* 44: 55-63

Wisent-Welt (2013) Wisent-Welt-Wittgenstein. www.wisent-welt.de (letzter Zugriff: 21.08.2013)

Wittmeier, D. (2008) Retrospektive Untersuchung der Erythrozyten-Glutathionperoxidase-Aktivitäten von Rinder-Patienten der Klinik für Wiederkäuer. Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität München

Wöhlbier, W. und Lindner, A. (1959) Der Gehalt der Rinden verschiedener Baumarten an Mengen- und Spurenelementen. - Zur Frage des Schälens durch Rotwild. Zeitschrift für Jagdwissenschaft 5 (2): 55-64

Woike M. und Woike S. (1988) Das Neandertal; Rheinische Landschaften, Schriftenreihe für Naturschutz und Landschaftspflege, Heft 32, 1. Auflage, 43 Seiten, Herausgeber: Rheinischer Verein für Denkmalpflege und Landschaftsschutz

Wooden, K. M. und Walsberg, G. E. (2000) Effect of wind and solar radiation on metabolic heat production in small desert rodent, *Spermophilus tereticaudus*. Journal of Experimental Biology 203: 879-888

Wróblewski, K. (1927) Żubr Puszczy Białowieskiej. Wydawnictwo Polskie, Posen: 1-232

Zimmermann, W., Kolter, L., Sándor, I. (2004) Naturschutzprojekt Hortobágy - Jahresbericht 2003 -. Zeitschrift des Kölner Zoo, 47 (1): 35-48

Zimmermann, W. (2005a) Asiatic Wild Ass - Hemione - *Equus hemionus* Pallas, 1775. In: Zimmermann, W. [Hrsg.] European Endangered Species Breeding Programme - Asiatic Equids - Husbandry Guidelines. 2nd edition, Schöling Verlag, Münster

Zimmermann, W. (2005b) Przewalskipferde auf dem Weg zur Wiedereinbürgerung – Verschiedene Projekte im Vergleich. Zeitschrift des Kölner Zoo, 48 (4): 183-209

Literaturverzeichnis

Zimmermann, W. (2005c) Przewalski's Horse - Mongolian Wild Horse - Takhi (Mongolian language), Je-ma (Chinese Language) - *Equus ferus przewalskii* Poljakov, 1881. In: Zimmermann, W. [Hrsg.] European Endangered Species Breeding Programme - Asiatic Equids - Husbandry Guidelines. 2nd edition, Schöling Verlag, Münster

9 Anhang

9.1 Aktionskatalog

Fressen: der „Auerochse“ frisst durchgehend an derselben Stelle

Fressen/Ziehen: das Fokustier bewegt sich während des Fressens langsam fort

Ziehen: ein „Auerochse“ richtet sich in der Geschwindigkeit und Richtung seiner Bewegungen nach einem anderen; häufig beim Wandern einer ganzen Gruppe, wenn sich die Tiere gegenseitig folgen

Ruhen stehend: das Fokustier steht entspannt und ist nicht aktiv

Ruhen liegend normal: der „Auerochse“ liegt entspannt und ist nicht aktiv

Ruhen liegend Kopf eingedreht: das Fokustier liegt entspannt und hat den Kopf zum Bauch gedreht. Diese Ruheposition ist meistens mit einer Tiefschlafphase verbunden.

Ruhen liegend flach: der „Auerochse“ liegt flach auf dem Boden. Alle Extremitäten zeigen vom Körper weg.

Wiederkäuen stehend: im Stehen bringt der „Auerochse“ vorverdautes Futter aus dem Pansen wieder ins Maul und kaut es erneut

Wiederkäuen liegend: in einer entspannten Liegeposition wird vorverdaute Nahrung aus dem Pansen wieder ins Maul gebracht und nochmals gekaut

Leckstein: der „Auerochse“ leckt an einem Mineral- oder Salzleckstein

Sonstiges: hierzu zählen alle anderen Aktivitäten, z.B.:

Saufen: Wasseraufnahme

Flucht: die Tiere erschrecken sich und galoppieren mindestens 200 m

Sozialkontakt: ein Tier nimmt Kontakt mit einem Artgenossen auf

Anhang

Saugen: Kalb steht meist antiparallel zur Mutter, streckt den Kopf zum Euter und nimmt Milch auf

Außer Sicht: das Fokustier ist zum Zeitpunkt des Scans für den Beobachter nicht sichtbar

9.2 Das Neandertal

Allgemeines

Am 9.8.1921 wurden weite Teile des Neandertales unter Schutz gestellt (Woike und Woike, 1988). Dies gelang aufgrund der Initiative des am 28.11.1920 von Bürgern der damaligen Gemeinden Erkrath, Mettmann und Gruiten, sowie der Städte Düsseldorf und Elberfeld gegründeten Naturschutzvereins Neandertal e.V. (Woike und Woike, 1988; Dietz, 2006). Dessen Mitglieder machten es sich zur Aufgabe, nicht nur die wenigen Reste des Tales zu schützen, sondern auch die Funde der Nachwelt zu erhalten. Aus diesem Grund regten sie die Einrichtung eines Museums an, welches am 3.3.1938 eröffnet werden konnte (Woike und Woike, 1988). Sehr wichtig wurde die Schutzstellung des Gebietes vor allem wegen Planungen, große Teile des verbliebenen Waldbestandes abzuholzen, weil es in der Zeit der französischen Besetzung des Rheinlandes durch Reparationsleistungen zu einer Brennstoffknappheit kam. So wurde das Neandertal das erste Naturschutzgebiet Preußens (Dietz, 2006).

Das Eiszeitliche Wildgehege Neandertal ist ein 1935 eingerichtetes (Woike und Woike, 1988), ca. 23 ha großes Wildgehege. Während der ersten Jahre wuchs der Tierbestand an (1940 bereits 40 Tiere). Nach Kriegsende war das Wildgehege infolge von Wilddiebereien, vernässten Weiden und Leberbefall der Tiere ohne Besatz. 1951 wurden „Auerochsen“ aus dem Wuppertaler Zoo eingesetzt. Später kamen die Wisente, Tarpane und Damhirsche hinzu (Dietz, 2006).

Heute leben neben den freilebenden Waldtieren „Auerochsen“, Tarpane und Wisente im Wildgehege Neandertal. Diese drei großen Säugetierarten lebten zur Zeit des Neandertalers hier und stellten seine Jagdbeute dar.

Seit 2011 wird das Wildgehege vom Kreis Mettmann betrieben. Mit finanzieller Unterstützung der Städte Düsseldorf, Erkrath, Mettmann und Haan, sowie des Naturschutzvereins Neandertal e.V. trägt er die laufenden Kosten des Geheges (Naturschutzverein Neandertal, 2011). Letzterer gründete einst das Wildgehege. Jahrelang wurde es durch den Zweckverband Neandertal mit Unterstützung durch den Verein unterhalten (Naturschutzverein Neandertal, 2011). Weitere Arbeiten des Naturschutzvereins sind die Erhaltung, Pflege und Weiterentwicklung des Naturschutzgebietes im Tal der Düssel (Naturschutzverein Neandertal, 2011).

Bodenformation und Vegetation

Das Wildgehege Neandertal mit seiner ursprünglichen Natur und seinen urigen Tieren ist durch eine abwechslungsreiche Landschaft mit Hoch- und Talwiesen, bewaldeten Hängen und dem kleinen Fluss Düssel charakterisiert (Naturschutzverein Neandertal, 2011). Nach Woike und Woike (1988) war das Neandertal früher eine tiefe Schlucht im mitteldeutschen Kalkstein mit teils überhängenden Wänden, Wasserfällen, vielen Höhlen und einem großen Artenreichtum. In der Hügellandschaft des Niederbergischen (Woike und Woike, 1988), war ein derartig enges Felsental eine ungekannte, fremdartige Erscheinung (Dietz, 2006). Das Niederbergische Hügelland ist im Untergrund von paläozoischen Gesteinen aufgebaut und bildet den nordwestlichen Ausläufer des rechtsrheinischen Schiefergebirges (Woike und Woike, 1988). Woike und Woike (1988) schreiben weiterhin, dass harte devonische Kalke (Massenkalk) im Wechsel mit weniger verwitterungsbeständigen feinsandigen und z. T. kalkhaltigen Schiefern im Wesentlichen die Ausbildung des Reliefs bestimmen. Im Laufe der Zeit hat sich die Düssel mit ihrem von Osten nach Westen gerichteten Lauf tief in das Gebirge eingeschnitten.

Durch die hohen Niederschläge wurden die ehemaligen reinen Lössböden im Laufe der Zeit stark entkalkt und verlehmt und somit zu Lösslehm verdichtet (Woike und Woike, 1988). Als Bodentyp herrscht daher um Mettmann Parabraunerde vor. Besonders im Winter werden diese Lockersedimente bei starken Niederschlägen leicht von den Hochflächen heruntergeschwemmt und in den Tälern akkumuliert. So können diese fruchtbaren Böden durch Nährstoff- und Sedimenteintrag auch die Hangbereiche der Täler beeinflussen (Woike und Woike, 1988).

Bongard (1835) beschreibt in seinem Wanderführer die vielfältige Botanik der Felsenschlucht und ihren Artenreichtum. Viele der von Bongard und einigen anderen Botanikern noch im 19. Jahrhundert beschriebenen Pflanzenarten existieren im Neandertal nicht mehr (Woike und Woike, 1988). Andere auf der roten Liste aufgeführte Pflanzenarten wurden 1987 bei Untersuchungen wiederentdeckt. Als Beispiele sind der Hirschklee und der Milzklee zu nennen (Woike und Woike, 1988). Dieser Quelle ist weiterhin zu entnehmen, dass sich an den Kalkfelswänden seltene Moose und verschiedene Pilzarten ansiedeln.

Im Neandertal existieren heute verschiedene Waldgesellschaften, die je nach Bodenbeschaffenheit, Exposition und Feuchtegrad variieren. Man findet Eichen-

Anhang

Birken-Wälder, Hainsimsen-Buchenwälder, Birkenbestände und kleine Rotbuchenbestände (Woike und Woike, 1988). In schattigen, nicht zu steilen Hanglagen gedeiht eine üppige Farnvegetation (Woike und Woike, 1988).

9.3 Stundenprotokollbögen

Stundenprotokollbogen Aktivitätsbudget:

Datum:

Zeitintervall:

Wetterbedingungen:

Temperatur:

Luftfeuchte:

Windgeschwindigkeit:

Bemerkungen:

Aktivität	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
fressen												
fressen/ziehen												
ziehen												
ruhen stehend												
ruhen liegend normal												
ruhen liegend zugekauert												
ruhen liegend flach												
Ausrichtung zum Wind												
Ausrichtung gegen Wind												
Ausr. Breitseite												
wiederkauen stehend												
wiederkauen liegend												
sonniger Ort												
schattiger Ort												
windgeschützter Ort												
windexponierter Ort												
Distanz zu anderen < 2m												
außer Sicht												
sonstiges												

Stundenprotokollbogen Aufenthaltort:

Datum:

Zeitintervall:

Wetterbedingungen:

Temperatur:

Luftfeuchte:

Windgeschwindigkeit:

Bemerkungen:

Aufenthaltort	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Wald												
Waldrand												
Baumgruppe/Feldgehölze												
Hecke												
Allee												
Baumreihe												
Solitärbaum												
Offenland												

Stundenprotokollbogen Pflanzengesellschaftsnutzung:

Datum:

Zeitintervall:

Wetterbedingungen:

Temperatur:

Luftfeuchte:

Windgeschwindigkeit:

Bemerkungen:

Pflanzengesellschaft	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Wald Typ1												
Wald Typ2												
Wald Typ 3												
Wald Typ 4												
Wald Typ 5												
Waldrand zu Wasserränd.												
Waldrand zu Offenland												
Baumgruppen/Feldgehölze												
Hochhecke												
Baumhecke												
Allee												
Baumreihe												
Solitärbaum												
Offenland Typ 1												
Offenland Typ 2												
Offenland Typ 3												
Offenland Typ 4												
Offenland - Säume												

Stundenprotokollbogen **Futterpflanzen (Dauer des Scans 1 min)**

Datum:

Zeitintervall:

Tier:

Wetterbedingungen:

Temperatur:

Luftfeuchte:

Windgeschwindigkeit:

Bemerkungen:

Futterpflanze	Anzahl Nutzung

Anhang

9.4 Tabellen und Karten

Tab. A 1: Vegetationstabelle der fünf Waldtypen (Kartierung nach Mertens, 2006)

Waldtyp	Baumarten	Strauchschicht	Krautschicht
Typ I	Rotbuche (<i>Fagus sylvatica</i>)	Eingriffeliger Weißdorn (<i>Crataegus monogyna</i>)	Wald-Bingelkraut (<i>Mercurialis perennis</i>)
	Esche (<i>Fraxinus excelsior</i>)	Liguster (<i>Ligustrum vulgare</i>)	Gewöhnliche Goldnessel (<i>Lamium galeobdolon</i>)
	Winter-Linde (<i>Tilia cordata</i>)	Echter Kreuzdorn (<i>Rhamnus cathartica</i>)	Vielblütige Weißwurz (<i>Polygonatum multiflorum</i>)
	Bergahorn (<i>Acer pseudoplatanus</i>)	Brombeere (<i>Rubus spec.</i>)	Einbeere (<i>Paris quadrifolia</i>)
	Stiel-Eiche (<i>Quercus robur</i>)	Wasser-Schneeball (<i>Viburnum opulus</i>)	Gelber Salbei (<i>Salvia glutinosa</i>)
	Wald-Kiefer (<i>Pinus sylvestris</i>)		Leberblümchen (<i>Hepatica nobilis</i>)
			Waldmeister (<i>Galium odoratum</i>)
			Wald-Veilchen (<i>Viola reichenbachiana</i>)
			Weißes Waldvögelein (<i>Cephalanthera damasonium</i>)
Typ II	Rotbuche (<i>Fagus sylvatica</i>)	Rotbuche (<i>Fagus sylvatica</i>)	Wald-Bingelkraut (<i>Mercurialis perennis</i>)
	Esche (<i>Fraxinus excelsior</i>)	Esche (<i>Fraxinus excelsior</i>)	Gewöhnliche Goldnessel (<i>Lamium galeobdolon</i>)
	Winter-Linde (<i>Tilia cordata</i>)	Winter-Linde (<i>Tilia cordata</i>)	Vielblütige Weißwurz (<i>Polygonatum multiflorum</i>)
	Bergahorn (<i>Acer pseudoplatanus</i>)	Bergahorn (<i>Acer pseudoplatanus</i>)	Einbeere (<i>Paris quadrifolia</i>)
	Gewöhnliche Fichte (<i>Picea abies</i>)	Gewöhnliche Fichte (<i>Picea abies</i>)	Gelber Salbei (<i>Salvia glutinosa</i>)
			Wurmfarn (<i>Dryopteris filix-mas</i>)
			Leberblümchen (<i>Hepatica nobilis</i>)
			Waldmeister (<i>Galium odoratum</i>)
			Wald-Veilchen (<i>Viola reichenbachiana</i>)
			Maiglöckchen (<i>Convallaria majalis</i>)
			Quirlblättrige Weißwurz (<i>Polygonatum verticillatum</i>)
			Heidelbeere (<i>Vaccinium myrtillus</i>)
			Schattenblümchen (<i>Maianthemum bifolium</i>)
Typ III	Birkenbeimischungen (<i>Betula spec.</i>)	Rotbuche (<i>Fagus sylvatica</i>)	Wald-Bingelkraut (<i>Mercurialis perennis</i>)
	Mehlbeere (<i>Sorbus aria</i>)	Gewöhnliche Fichte (<i>Picea abies</i>)	Gewöhnliche Goldnessel (<i>Lamium galeobdolon</i>)
	Vogel-Kirsche (<i>Prunus avium</i>)	Esche (<i>Fraxinus excelsior</i>)	Vielblütige Weißwurz (<i>Polygonatum multiflorum</i>)
			Einbeere (<i>Paris quadrifolia</i>)
			Wurmfarn (<i>Dryopteris filix-mas</i>)
			Leberblümchen (<i>Hepatica nobilis</i>)
			Waldmeister (<i>Galium odoratum</i>)
			Wald-Veilchen (<i>Viola reichenbachiana</i>)
			Quirlblättrige Weißwurz (<i>Polygonatum verticillatum</i>)

Anhang

Fortsetzung Tab. A 1: Vegetationstabelle der fünf Waldtypen (Kartierung nach Mertens, 2006)			
Waldtyp	Baumarten	Strauchschicht	Krautschicht
Typ III			Schattenblümchen (<i>Maianthemum</i>
			<i>bifolium</i>)
			Heidelbeere (<i>Vaccinium myrtillus</i>)
Typ IV	Gewöhnliche Fichte (<i>Picea abies</i>)		Wald-Bingelkraut (<i>Mercurialis perennis</i>)
			Heidelbeere (<i>Vaccinium myrtillus</i>)
			Schattenblümchen (<i>Maianthemum bifolium</i>)
Typ V	Schwarz-Erle (<i>Alnus glutinosa</i>)	Esche (<i>Fraxinus excelsior</i>)	Wald-Bingelkraut (<i>Mercurialis perennis</i>)
	Esche (<i>Fraxinus excelsior</i>)	Gewöhnliche Fichte (<i>Picea abies</i>)	Gewöhnliche Goldnessel (<i>Lamium galeobdolon</i>)
	Gewöhnliche Fichte (<i>Picea abies</i>)	Vogel-Kirsche (<i>Prunus avium</i>)	Vielblütige Weißwurz (<i>Polygonatum multiflorum</i>)
	Vogel-Kirsche (<i>Prunus avium</i>)	Rotbuche (<i>Fagus sylvatica</i>)	Einbeere (<i>Paris quadrifolia</i>)
			Gelber Salbei (<i>Salvia glutinosa</i>)
			Wurmfarn (<i>Dryopteris filix-mas</i>)
			Gefleckter Aronstab (<i>Arum maculatum</i>)
			Bach Nelkenwurz (<i>Geum rivale</i>)
			Hohe Schlüsselblume (<i>Primula elatior</i>)
			Große Brennessel (<i>Urtica dioica</i>)
			Schilf (<i>Phragmites australis</i>)
			Großes Mädesüß (<i>Filipendula ulmaria</i>)
			Winkel-Segge (<i>Carex remota</i>)
			Sumpf-Segge (<i>Carex acutiformis</i>)

Tab. A 2: Vegetationstabelle der Offenlandtypen (Kartierung nach Mertens, 2006)

Offenlandtyp	Vegetation
Offenland Typ I	Rostrotes Kopfried (<i>Schoenus ferrugineus</i>)
	Torf-Segge (<i>Carex davalliana</i>)
	Sumpf-Herzblatt (<i>Parnassia palustris</i>)
	Fleischfarbendes Knabenkraut (<i>Dactylorhiza incarnata</i>)
	Saum-Segge (<i>Carex hostiana</i>)
	Kugelige Teufelskralle (<i>Phyteuma orbiculare</i>)
	Nordisches Labkraut (<i>Galium boreale</i>)
	Purgier-Lein (<i>Linum catharticum</i>)
	Lauch (<i>Allium suaveolens</i>)
	Schwalbenwurz Enzian (<i>Gentiana asclepidea</i>)
	Heil-Ziest (<i>Betonica officinalis</i>)
	Lungen-Enzian (<i>Gentiana pneumonanthe</i>)
	Gewöhnliche Simsenlilie (<i>Tofieldia calyculata</i>)
	Breitblättriges Wollgras (<i>Eriophorum latifolium</i>)
	Mehlige Schlüsselblume (<i>Primula farinosa</i>)
	Sumpf-Stendelwurz (<i>Epipactis palustris</i>)

Anhang

Fortsetzung Tab. A 2: Vegetationstabelle der Offenlandtypen (Kartierung nach Mertens, 2006)	
Offenlandtyp	Vegetation
Offenland Typ II	Sumpf-Schachtelhalm (<i>Equisetum palustre</i>)
	Bach Nelkenwurz (<i>Geum rivale</i>)
	Breitblättriges Knabenkraut (<i>Dactylorhiza majalis</i>)
	Schlangen-Knöterich (<i>Polygonum bistorta</i>)
	Kuckuckslichtnelke (<i>Lychnis flos-cuculi</i>)
	Sumpf-Dotterblume (<i>Caltha palustris</i>)
	Wald-Simse (<i>Scirpus sylvaticus</i>)
	Glieder-Binse (<i>Juncus articulatus</i>)
	Blaugrüne Binse (<i>Juncus inflexus</i>)
	Sumpf-Baldrian (<i>Valeriana dioica</i>)
	Großes Mädesüß (<i>Filipendula ulmaria</i>)
	Wiesen-Platterbse (<i>Lathyrus pratensis</i>)
	Wasser-Minze (<i>Mentha aquatica</i>)
	Blut-Weiderich (<i>Lythrum salicaria</i>)
	Geflügeltes Johanniskraut (<i>Hypericum tetrapterum</i>)
	Blutwurz-Fingerkraut (<i>Potentilla erecta</i>)
	Kleiner Klappertopf (<i>Rhinanthus minor</i>)
	Wiesen-Flockenblume (<i>Centaurea jacea</i>)
	Gewöhnliche Wucherblume (<i>Leucanthemum vulgare</i>)
Offenland Typ III	Rot-Klee (<i>Trifolium pratense</i>)
	Wiesen-Rispengras (<i>Poa pratensis</i>)
	Wiesen-Schwingel (<i>Festuca pratensis</i>)
	Wiesen-Kammgras (<i>Cynosurus cristatus</i>)
	Weiß-Klee (<i>Trifolium repens</i>)
	Wiesen-Löwenzahn (<i>Taraxacum officinale</i>)
	Wiesen-Goldhafer (<i>Trisetum flavescens</i>)
	Wiesen-Witwenblume (<i>Knautia arvensis</i>)
	Zittergras (<i>Briza media</i>)
	Wiesen-Flockenblume (<i>Centaurea jacea</i>)
	Gewöhnliche Wucherblume (<i>Leucanthemum vulgare</i>)
	Hopfenklee (<i>Medicago lupulina</i>)
	Gewöhnliche Kratzdistel (<i>Cirsium vulgare</i>)
	Scharfer Hahnenfuß (<i>Ranunculus acris</i>)
	Wiesen-Sauerampfer (<i>Rumex acetosa</i>)
	Ross-Minze (<i>Mentha longifolia</i>)
	Kriechendes Fingerkraut (<i>Potentilla reptans</i>)
	Gänse-Fingerkraut (<i>Potentilla anserina</i>)
	Behaarte Segge (<i>Carex hirta</i>)

Anhang

Tab. A 3: Vegetationstabelle der in den Waldrändern vorkommenden Pflanzenarten (Kartierung nach Mertens, 2006)

Waldrandtyp	Vegetation
Waldrand zu Wasserrändern	Rotbuche (<i>Fagus sylvatica</i>)
	Esche (<i>Fraxinus excelsior</i>)
	Winter-Linde (<i>Tilia cordata</i>)
	Bergahorn (<i>Acer pseudoplatanus</i>)
	Schwarz-Erle (<i>Alnus glutinosa</i>)
	Zitter-Pappel (<i>Populus tremula</i>)
	Weide (<i>Salix spec.</i>)
	Wasser-Schneeball (<i>Viburnum opulus</i>)
	Pfaffenhütchen (<i>Euonymus europaea</i>)
	Echte Trauben-Kirsche (<i>Prunus padus</i>)
	Faulbaum (<i>Frangula alnus</i>)
	Echter Kreuzdorn (<i>Rhamnus catharticus</i>)
	Eingriffeliger Weißdorn (<i>Crataegus monogyna</i>)
	Liguster (<i>Ligustrum vulgare</i>)
	Hasel (<i>Corylus avellana</i>)
	Gewöhnliche Berberitze (<i>Berberis vulgaris</i>)
	Wolliger Schneeball (<i>Viburnum lantana</i>)
	Blutroter Hartriegel (<i>Cornus sanguinea</i>)
	Schlehdorn (<i>Prunus spinosa</i>)
	Brombeere (<i>Rubus spec.</i>)
	Schwarzer Holunder (<i>Sambucus nigra</i>)
	Trauben-Holunder (<i>Sambucus racemosa</i>)
Waldrand zu Offenland	Rotbuche (<i>Fagus sylvatica</i>)
	Esche (<i>Fraxinus excelsior</i>)
	Stiel-Eiche (<i>Quercus robur</i>)
	Eingriffeliger Weißdorn (<i>Crataegus monogyna</i>)
	Liguster (<i>Ligustrum vulgare</i>)
	Gewöhnliche Berberitze (<i>Berberis vulgaris</i>)
	Wolliger Schneeball (<i>Viburnum lantana</i>)
	Echter Kreuzdorn (<i>Rhamnus catharticus</i>)
	Schlehdorn (<i>Prunus spinosa</i>)
	Brombeere (<i>Rubus spec.</i>)
	Pfaffenhütchen (<i>Euonymus europaea</i>)

Anhang

Tab. A 4: Vegetationstabelle der beiden Heckentypen (Kartierung nach Mertens, 2006)

Heckentyp	Vegetation
Hochhecke	Eingriffeliger Weißdorn (<i>Crataegus monogyna</i>)
	Echter Kreuzdorn (<i>Rhamnus catharticus</i>)
	Wasser-Schneeball (<i>Viburnum opulus</i>)
	Wolliger Schneeball (<i>Viburnum lantana</i>)
	Esche (<i>Fraxinus excelsior</i>)
	Weide (<i>Salix spec.</i>)
	Schwarzer Holunder (<i>Sambucus nigra</i>)
	Schwarz-Erle (<i>Alnus glutinosa</i>)
	Großes Zweiblatt (<i>Listera ovata</i>)
	Schwalbenwurz (<i>Vincetoxicum hirsutum</i>)
	Weißer Germer (<i>Veratrum album</i>)
	Sibirische Schwertlilie (<i>Iris sibirica</i>)
Baumhecke	alle auf der Insel vorkommende Gehölze

Tab. A 5: Vegetationstabelle der in den Baumgruppen/Feldgehölzen vorkommenden Pflanzenarten (Kartierung nach Mertens, 2006)

	Vegetation
Baumgruppen und Feldgehölze	Stiel-Eiche (<i>Quercus robur</i>) (Hutebaum)
	Rotbuche (<i>Fagus sylvatica</i>)
	Esche (<i>Fraxinus excelsior</i>)
	Winter-Linde (<i>Tilia cordata</i>)
	Bergahorn (<i>Acer pseudoplatanus</i>)
	Wald-Kiefer (<i>Pinus sylvestris</i>)
	Gewöhnliche Fichte (<i>Picea abies</i>)
	Birke (<i>Betula spec.</i>)
	Zitter-Pappel (<i>Populus tremula</i>)
	Sträucher

Tab. A 6: Vegetationstabelle der in den Alleen vorkommenden Pflanzenarten (Kartierung nach Mertens, 2006)

Alleentyp	Vegetation
Linden/Eschenallee	Winter-Linde (<i>Tilia cordata</i>)
	Esche (<i>Fraxinus excelsior</i>)
	Roskastanie (<i>Aesculus hippocastanum</i>)
	Stiel-Eiche (<i>Quercus robur</i>)
Lindenallee	Winter-Linde (<i>Tilia cordata</i>)

Anhang

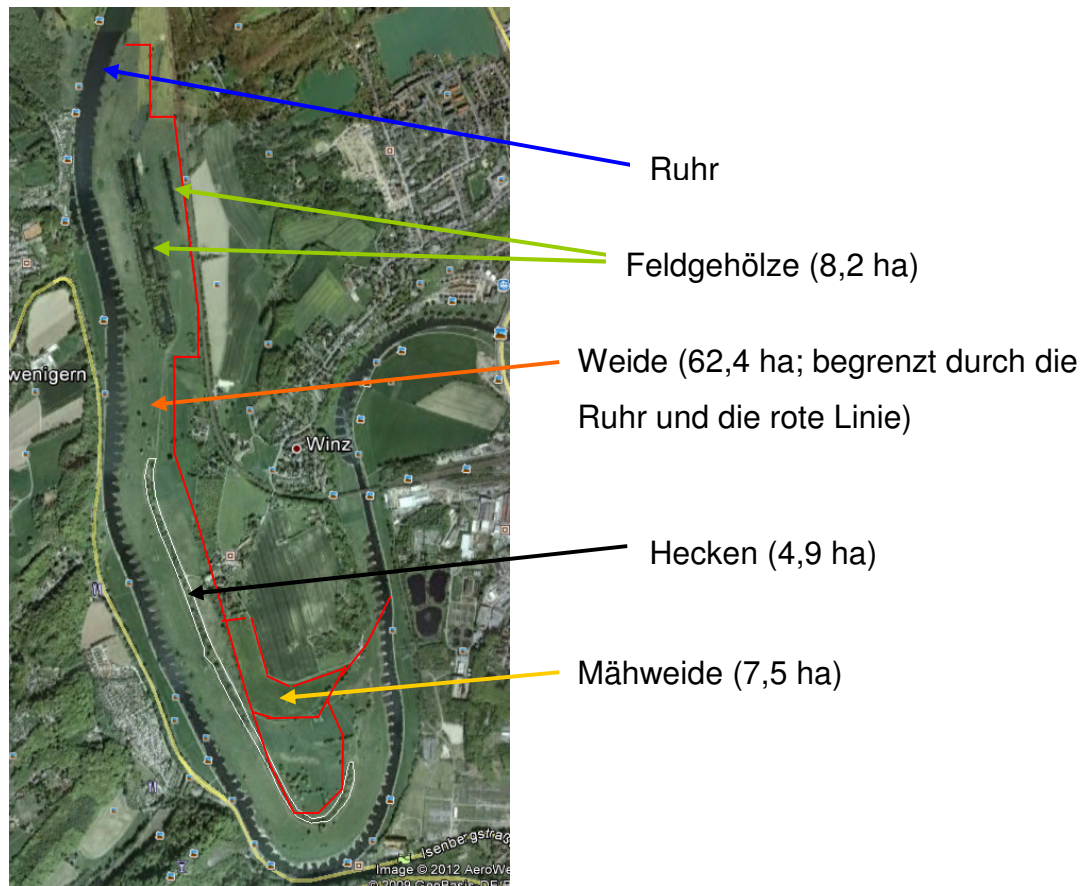
Tab. A 7: Vegetationstabelle der beiden Baumreihen (Kartierung nach Mertens, 2006)

Baumreihentyp	Vegetation
Lindenreihe	Winter-Linde (<i>Tilia cordata</i>)
	Esche (<i>Fraxinus excelsior</i>)
	Eingriffeliger Weißdorn (<i>Crataegus monogyna</i>)
Eichenreihe	Stiel-Eiche (<i>Quercus robur</i>)

Tab. A 8: Vegetationstabelle der als Solitärbäume vorkommenden Baumarten (Kartierung nach Mertens, 2006)

	Vegetation
Solitärbäume	Stiel-Eiche (<i>Quercus robur</i>) (Huteeichen)
	Winter-Linde (<i>Tilia cordata</i>)
	Esche (<i>Fraxinus excelsior</i>)
	Schwarz-Erle (<i>Alnus glutinosa</i>)
	Wald-Kiefer (<i>Pinus sylvestris</i>)
	Gewöhnliche Fichte (<i>Picea abies</i>)

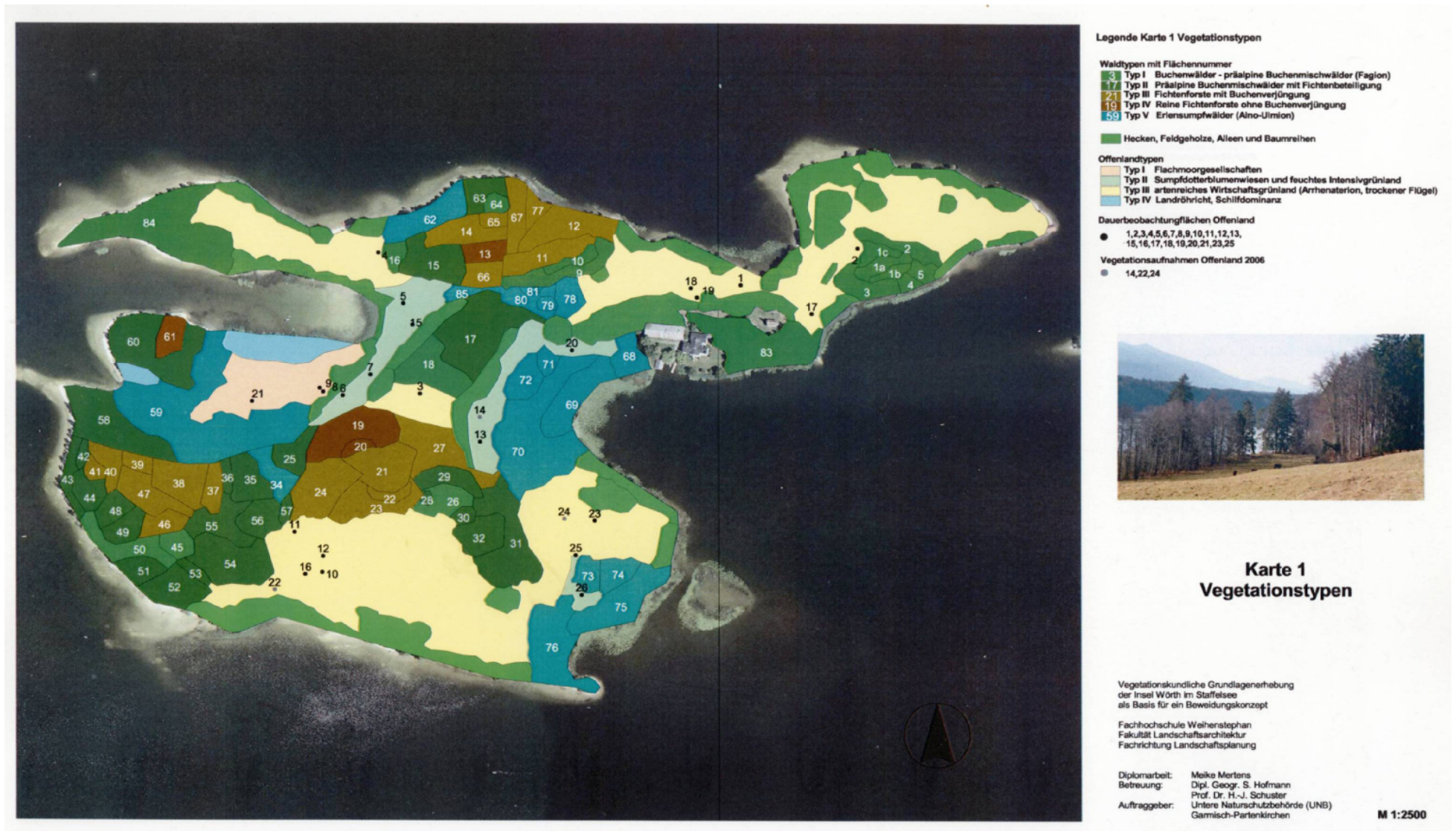
Anhang



Karte A 1: Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“ (aus: Google Earth, letzter Zugriff: 24.05.2012)

zusätzliche Flächengrößenangaben:

- Gesamtfläche: 84 ha
- Solitärbäume: 1 ha



Karte A 2: Vegetationstypen der Insel Wörth (aus: Mertens, 2006)



Legende Karte 2 Waldtypen

Waldtypen mit Flächennummer

- Typ I Buchenwälder - präalpine Buchenmischwälder (Fagion)
- Typ II Präalpine Buchenmischwälder mit Fichtenbeteiligung
- Typ III Fichtenforste mit Buchenverjüngung
- Typ IV Reine Fichtenforste ohne Buchenverjüngung
- Typ V Erlenumpfwälder (Alno-Ulmion)

- Strauchdeckungsgrad <5%
- Strauchdeckungsgrad 5-50%
- Strauchdeckungsgrad 50-100%

Arten der Baumverjüngung

- Fs Fagus sylvatica
- Fe Fraxinus excelsior
- Pa Picea abies
- Aps Acer pseudoplatanus
- Tc Tilia cordata



Karte 2 Waldtypen

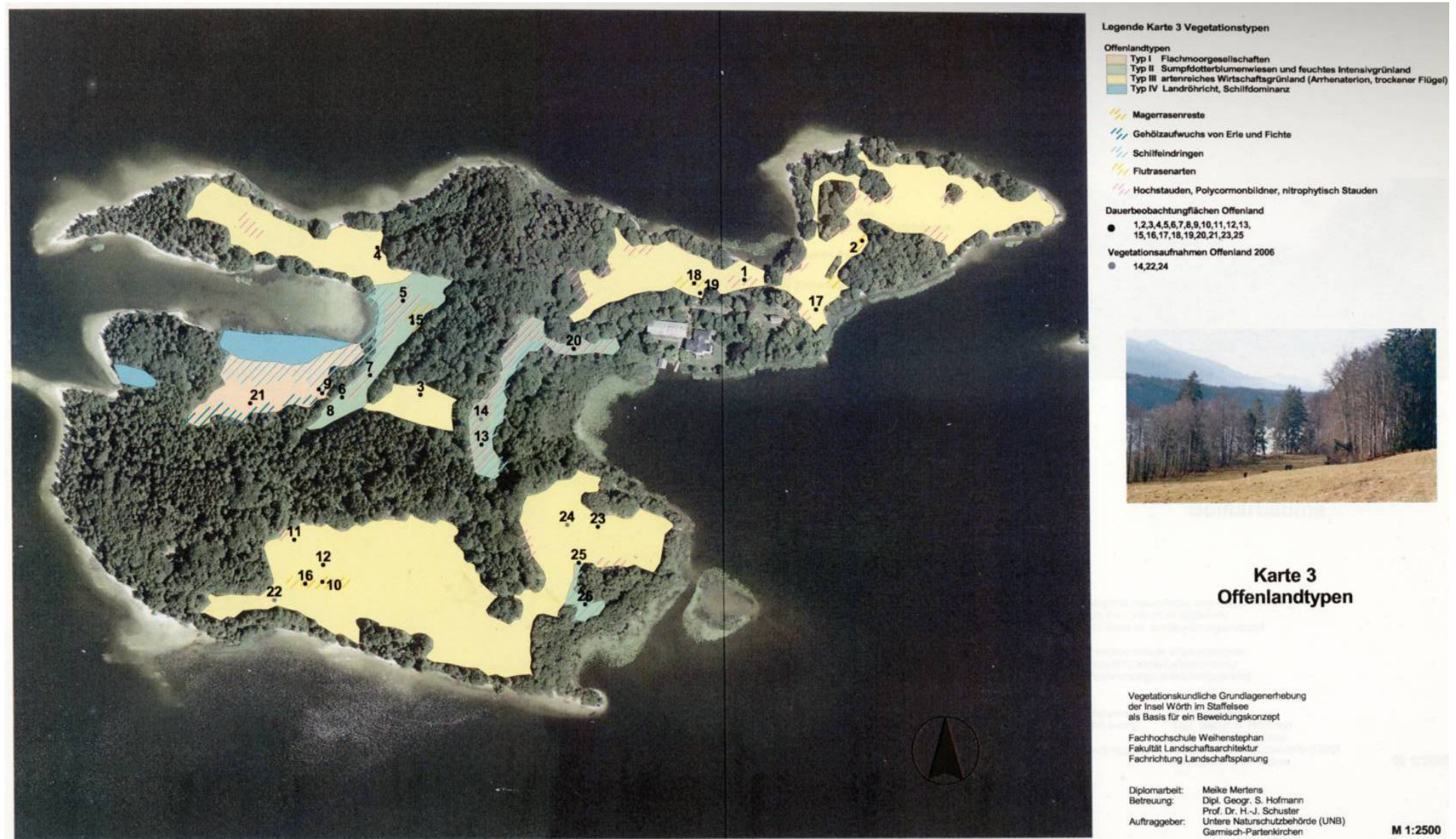
Vegetationskundliche Grundlagenenerhebung
der Insel Wörth im Staffelsee
als Basis für ein Beweidungskonzept

Fachhochschule Weihenstephan
Fakultät Landschaftsarchitektur
Fachrichtung Landschaftsplanung

Diplomarbeit: Melke Mertens
Betreuung: Dipl. Geogr. S. Hofmann
Prof. Dr. H.-J. Schuster
Auftraggeber: Untere Naturschutzbehörde (UNB)
Garmisch-Partenkirchen

M 1:2500

Karte A 3: Waldtypen der Insel Wörth (aus: Mertens, 2006)



Karte A 4: Offenlandtypen der Insel Wörth (aus: Mertens, 2006)



Karte A 5: Hecken, Feldgehölze, Alleen, Baumreihen und Solitäräume der Insel Wörth (aus: Mertens, 2006)

Anhang

Tab. A 9: Rohproteingehalt (XP) [g/kg TM] der Futterproben aus dem Wildgehege Neandertal und dem Naturschutzgebiet Bruchhausen analysiert nach Kjeldahl und nach Dumas (\pm SD)

		XP [g/kg TM]	SD	XP [g/kg TM]	SD
		Methode nach Kjeldahl		Methode nach Dumas	
1. Phase	„Auer.“ R.b.	115,3	2,26	103,9	2,72
	Wisent R.b.	64,1	0,85	62,0	0,69
	„Auer.“ H	49,9	0,85	50,0	1,04
	Wisent H	59,6	0,49	56,6	0,20
2. Phase	„Auer.“ H 1	57,7	3,18	57,9	0,71
	Wisent H 1	60,4	3,96	61,2	0,53
	„Auer.“ H 2	60,0	0,21	57,8	0,51
	Wisent H 2	63,1	1,13	62,3	0,49

(„Auer.“ = „Auerochsen“, R.b. = Rundballenheu, H = Heu (Hochdruckballen))

Tab. A 10: Rohproteingehalt im Kot [% OM] für die einzelnen Tiere und Tage (\pm SD)

Tier//Datum	Rohproteingehalt im Kot [% OM]					
	1. Phase			2. Phase		
	27.01.	02.02.	05.02.	04.03.	09.03.	11.03.
Nils	11,69 \pm 0,75	12,83 \pm 1,07	12,84 \pm 0,50	12,47 \pm 0,52	11,39 \pm 0,81	13,49 \pm 0,36
Neila	19,40 \pm 0,45	15,86 \pm 0,69	13,86 \pm 0,38	15,51 \pm 0,61	15,64 \pm 0,64	15,54 \pm 0,46
264	13,15 \pm 0,60	14,43 \pm 0,41	12,40 \pm 0,35	13,78 \pm 0,51	13,91 \pm 0,34	14,31 \pm 0,09
265	14,64 \pm 0,12	13,92 \pm 0,17	13,34 \pm 0,23	14,18 \pm 0,16	14,15 \pm 0,13	13,37 \pm 0,58
266	13,20 \pm 0,17	14,42 \pm 0,27	12,15 \pm 0,04	13,09 \pm 0,20	14,00 \pm 0,35	12,87 \pm 0,15
268	15,80 \pm 0,40	15,15 \pm 0,23	12,37 \pm 0,01	14,69 \pm 0,40	13,22 \pm 0,06	14,85 \pm 0,38
272				13,97 \pm 0,02	13,71 \pm 0,49	14,30 \pm 1,29
Wisent	9,82 \pm 0,09	9,30 \pm 0,57	10,33 \pm 0,27	10,83 \pm 0,30	10,26 \pm 0,65	11,56 \pm 0,34
Wisent	16,93 \pm 0,12	12,34 \pm 0,08	14,77 \pm 0,50	11,25 \pm 0,38	11,60 \pm 0,40	10,52 \pm 0,00
Wisent	11,27 \pm 2,05	12,45 \pm 0,82	15,76 \pm 0,05	11,24 \pm 2,02	9,94 \pm 0,63	11,21 \pm 0,37
Wisent	14,15 \pm 0,66	9,46 \pm 0,23	8,56 \pm 0,20	13,00 \pm 0,20	10,15 \pm 0,55	9,55 \pm 0,12

Tab. A 11: Trockenmasse (TM), Mengen- und Spurenelemente der Futterproben aus dem Wildgehege Neandertal/Naturschutzfläche Bruchhausen

Untersuchungsphase	Futterart	TM [%]	Mengenelemente [g/kg TS]						Spurenelemente [mg/kg TS]				
			Ca	P	Mg	K	Na	S	Fe	Mn	Zn	Cu	Se
1. Phase	„Auerochsen“ R.b.	89,9	7,94	2,39	1,41	20,98	0,54	1,22	219,82	53,79	29,32	8,69	
	Wisent R.b.	91,2	3,32	1,94	0,87	9,23	0,64	1,45	343,80	50,47	16,99	2,90	
	„Auerochsen“ H	91,3	2,51	1,56	1,09	9,04	1,25	1,51	89,88	329,82	34,41	3,99	
	Wisent H	91,0	4,06	2,05	1,28	11,01	0,95	1,61	138,35	84,37	19,89	4,05	
2. Phase	„Auerochsen“ H 1	91,1	4,37	2,09	1,04	16,13	0,72	1,72	263,42	50,90	17,28	4,40	
	Wisent H 1	92,1	4,22	2,05	1,02	15,59	0,55	1,68	267,89	74,53	18,45	4,50	
	„Auerochsen“ H 2	91,6	4,09	2,05	1,02	16,64	0,69	1,57	146,16	54,70	16,58	4,15	
	Wisent H 2	91,8	3,44	2,35	0,92	17,47	0,70	1,64	195,11	117,86	22,73	4,65	

(R.b. = Rundballenheu, H = Heu (Hochdruckballen))

Tab. A 12: Futterwerttabelle und Analysemethoden Insel Wörth Nov/Dez 2009

Wörth Nov/Dez 2009					
Parameter	Analysemethoden	Stiel-Eiche	Rotbuche	Rose	Roskaskanie
		<i>Quercus robur</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Rosa spec.</i>	<i>Aesculus hippocastanum</i>
		(Blätter)	(Blätter)	(Hagebutten)	(Früchte)
Trockenmasse (incl. Gärssäuren) [je kg FM]	VDLUFA (2007), Methode 3.1	772,79 g	806,78 g	565,89 g	521,62 g
Rohnährstoffe		je kg TM	je kg TM	je kg TM	je kg TM
Rohasche (XA)	VDLUFA (2007), Methode 8.1	56,93 g	63,81 g	44,57 g	30,15 g
Rohfaser (XF)	VDLUFA (2007), Methode 6.1.2	280,06 g	281,03 g	269,96 g	65,08 g
Rohprotein (XP)	VDLUFA (2007), Methode 4.1.2	69,31 g	63,13 g	54,78 g	68,56 g
Zucker (XZ)	NIRS, VDLUFA Kassel			66,58 g	57,97 g
Stärke (XS)	NIRS, VDLUFA Kassel	69,92 g	95,68 g	169,12 g	436,87 g
Rohfett (XL)	VDLUFA (2007), Methode 5.1.1	111,16 g	86,27 g	66,80 g	84,67 g
NDForg (organic neutral detergent fibre)	VDLUFA (2007), Methode 6.5.1	487,58 g	623,78 g	342,60 g	175,43 g
ADForg (organic acid detergent fibre)	VDLUFA (2007), Methode 6.5.2				149,61 g
Verdauliche org. Masse (Elos)	VDLUFA (2007), Methode 6.6.1	296,32 g	222,37 g	597,48 g	864,73 g
ME (Basis Elos; nach GfE (2008))	berechnet				14,1 MJ
ME (Basis RNST; nach Aiple (1999))	berechnet	7,9 MJ	7,8 MJ	7,9 MJ	9,5 MJ
Mengen- u. Spurenelemente					
Stickstoff	DIN (1998), ISO 13878	11,09 g	10,10 g	8,77 g	10,97 g
Phosphor	VDLUFA (2007), Methode 10.6.1	1,30 g	0,41 g	1,18 g	2,31 g
Kalium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	3,05 g	1,08 g	9,07 g	8,94 g
Magnesium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	2,48 g	2,97 g	2,63 g	1,15 g
Calcium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	14,32 g	17,15 g	8,07 g	1,70 g
Schwefel	DIN (1998), ISO 13878	1,65 g	1,39 g	1,16 g	1,21 g
Natrium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	0,15 g	0,28 g	0,22 g	0,12 g
Kupfer	VDLUFA (2007), Methode 11.3.2	4,89 mg	4,69 mg	5,29 mg	10,00 mg
Zink	VDLUFA (2007), Methode 11.5.2	15,67 mg	24,56 mg	8,79 mg	12,90 mg
Mangan	VDLUFA (2007), Methode 11.4.2	66,88 mg	420,08 mg	19,48 mg	7,30 mg
Eisen	VDLUFA (2007), Methode 11.1.2	150,82 mg	83,96 mg	16,28 mg	29,99 mg
Selen	VDLUFA (2007), Methode 11.6.2	0,036 mg	0,028 mg	0,007 mg	0,005 mg

Fortsetzung **Tab. A 12: Futterwerttabelle Insel Wörth Nov/Dez 2009**

Wörth Nov/Dez 2009					
	Stiel-Eiche <i>Quercus robur</i>	Rotbuche <i>Fagus sylvatica</i>	Ross-Minze <i>Mentha longifolia</i>	Brombeere <i>Rubus spec.</i>	Waldzwenke <i>Brachypodium sylvaticum</i>
Parameter	(Eicheln)	(Bucheckern)		(Blätter)	
Trockenmasse (incl. Gärssäuren) [je kg FM]	619,24 g	797,49 g	264,42 g	411,80 g	452,02 g
Rohnährstoffe	je kg TM	je kg TM	je kg TM	je kg TM	je kg TM
Rohasche (XA)	22,74 g	37,06 g	117,64 g	61,88 g	122,09 g
Rohfaser (XF)	79,99 g	198,00 g	124,59 g	182,43 g	277,54 g
Rohprotein (XP)	56,75 g	199,97 g	126,06 g	133,88 g	114,53 g
Zucker (XZ)	2,97 g		66,50 g	38,53 g	99,92 g
Stärke (XS)	459,27 g	198,27 g	195,26 g	196,25 g	
Rohfett (XL)	73,14 g	240,30 g	33,81 g	46,04 g	32,21 g
NDForg (organic neutral detergent fibre)	255,45 g	454,09 g	295,51 g	338,87 g	610,04 g
ADForg (organic acid detergent fibre)	129,86 g	329,58 g			442,60 g
Verdauliche org. Masse (Elos)	755,68 g	602,69 g	544,57 g	467,84 g	457,11 g
ME (Basis Elos; nach GfE (2008))	13,0 MJ	15,1 MJ			7,7 MJ
ME (Basis RNST; nach Aiple (1999))	9,3 MJ	10,4 MJ	9,2 MJ	9,4 MJ	8,0 MJ
Mengen- u. Spurenelemente					
Stickstoff	9,08 g	32,00 g	20,17 g	21,42 g	18,33 g
Phosphor	0,93 g	3,06 g	2,77 g	1,62 g	1,15 g
Kalium	9,23 g	7,13 g	8,13 g	3,88 g	4,25 g
Magnesium	0,94 g	2,19 g	6,70 g	6,63 g	3,19 g
Calcium	2,30 g	6,33 g	26,58 g	12,24 g	7,26 g
Schwefel	0,87 g	2,27 g	6,27 g	1,73 g	3,41 g
Natrium	0,15 g	0,13 g	0,21 g	0,15 g	0,15 g
Kupfer	5,99 mg	19,58 mg	15,09 mg	7,70 mg	6,80 mg
Zink	7,49 mg	29,46 mg	25,88 mg	17,89 mg	45,48 mg
Mangan	13,69 mg	65,52 mg	40,57 mg	165,64 mg	35,89 mg
Eisen	53,35 mg	59,63 mg	198,17 mg	344,88 mg	341,17 mg
Selen	0,003 mg	0,006 mg	0,023 mg	0,002 mg	0,057 mg

Fortsetzung **Tab. A 12: Futterwerttabelle Insel Wörth Nov/Dez 2009**

Wörth Nov/Dez 2009				
	Wald-Simse <i>Scirpus sylvaticus</i>	Blaugrüne Binse <i>Juncus inflexus</i>	Glieder-Binse <i>Juncus articulatus</i>	Vegetation aus Flachmoor
Parameter				
Trockenmasse (incl. Gärsäuren) [je kg FM]	402,18 g	515,45 g	445,28 g	302,34 g
Rohnährstoffe	je kg TM	je kg TM	je kg TM	je kg TM
Rohasche (XA)	59,46 g	35,82 g	40,88 g	47,58 g
Rohfaser (XF)	294,93 g	293,69 g	309,13 g	301,00 g
Rohprotein (XP)	79,59 g	89,53 g	77,56 g	56,78 g
Zucker (XZ)	38,05 g	62,39 g	56,87 g	21,74 g
Stärke (XS)	7,51 g	31,75 g	13,36 g	
Rohfett (XL)	24,45 g	15,91 g	15,43 g	31,63 g
NDForg (organic neutral detergent fibre)	641,27 g	682,76 g	692,08 g	706,63 g
ADForg (organic acid detergent fibre)	453,69 g	383,23 g	382,09 g	614,92 g
Verdauliche org. Masse (Elos)	384,42 g	402,20 g	409,20 g	223,14 g
ME (Basis Elos; nach GfE (2008))	7,2 MJ	7,6 MJ	7,6 MJ	5,5 MJ
ME (Basis RNST; nach Aiple (1999))	8,0 MJ	8,3 MJ	8,0 MJ	7,7 MJ
Mengen- u. Spurenelemente				
Stickstoff	12,74 g	14,33 g	12,41 g	9,09 g
Phosphor	1,35 g	1,43 g	1,01 g	0,49 g
Kalium	8,67 g	7,66 g	7,17 g	2,29 g
Magnesium	1,84 g	3,35 g	2,70 g	2,17 g
Calcium	6,47 g	4,50 g	6,08 g	5,97 g
Schwefel	2,13 g	1,98 g	1,88 g	1,27 g
Natrium	0,13 g	0,16 g	0,14 g	0,32 g
Kupfer	3,40 mg	4,89 mg	3,69 mg	3,40 mg
Zink	12,79 mg	33,45 mg	41,04 mg	14,10 mg
Mangan	496,88 mg	161,24 mg	227,99 mg	212,09 mg
Eisen	57,64 mg	51,42 mg	50,03 mg	148,79 mg
Selen	0,006 mg	0,071 mg	0,035 mg	0,081 mg

Fortsetzung **Tab. A 12: Futterwerttabelle Insel Wörth Nov/Dez 2009**

Wörth Nov/Dez 2009			
		Offenland Typ 3	Offenland Typ 3
Parameter	(gut gefressen)	(schlecht gefressen)	
Trockenmasse (incl. Gärsäuren) [je kg FM]	266,90 g	210,28 g	
Rohnährstoffe	je kg TM	je kg TM	
Rohasche (XA)	108,78 g	87,48 g	
Rohfaser (XF)	195,50 g	249,44 g	
Rohprotein (XP)	232,72 g	152,88 g	
Zucker (XZ)	158,80 g	113,20 g	
Stärke (XS)			
Rohfett (XL)	32,18 g	29,19 g	
NDForg (organic neutral detergent fibre)	466,22 g	551,21 g	
ADForg (organic acid detergent fibre)	306,58 g	358,78 g	
Verdauliche org. Masse (Elos)	613,11 g	527,34 g	
ME (Basis Elos; nach GfE (2008))	9,6 MJ	8,8 MJ	
ME (Basis RNST; nach Aiple (1999))	10,2 MJ	9,0 MJ	
Mengen- u. Spurenelemente			
Stickstoff	37,24 g	24,46 g	
Phosphor	4,31 g	4,19 g	
Kalium	23,82 g	7,30 g	
Magnesium	2,89 g	4,23 g	
Calcium	5,78 g	9,96 g	
Schwefel	3,46 g	3,15 g	
Natrium	0,27 g	0,28 g	
Kupfer	7,09 mg	5,99 mg	
Zink	30,36 mg	30,16 mg	
Mangan	46,24 mg	37,06 mg	
Eisen	206,04 mg	69,32 mg	
Selen	0,030 mg	0,107 mg	

Tab. A 13: Futterwerttabelle und Analysenmethoden Insel Wörth Mai/Juni 2010

Wörth Mai/Juni 2010					
Parameter	Analysenmethode	Fichte <i>Picea abies</i> (junge Triebe)	Offenland Typ 3 (kleine Wiese)	Offenland Typ 3 (große Wiese)	Esche <i>Fraxinus excelsior</i> (Blätter)
Trockenmasse (incl. Gärsäuren) [je kg FM]	VDLUFA (2007), Methode 3.1	357,49 g	235,44 g	241,96 g	229,27 g
Rohnährstoffe		je kg TM	je kg TM	je kg TM	je kg TM
Rohasche (XA)	VDLUFA (2007), Methode 8.1	28,89 g	64,46 g	63,26 g	76,57 g
Rohfaser (XF)	VDLUFA (2007), Methode 6.1.2	225,20 g	240,07 g	174,66 g	114,18 g
Rohprotein (XP)	VDLUFA (2007), Methode 4.1.2	95,06 g	146,75 g	156,47 g	203,28 g
Zucker (XZ)	NIRS, VDLUFA Kassel	3,57 g	158,79 g	160,54 g	76,36 g
Stärke (XS)	NIRS, VDLUFA Kassel	240,50 g			202,46 g
Rohfett (XL)	VDLUFA (2007), Methode 5.1.1	74,64 g	25,41 g	24,18 g	35,13 g
NDForg (organic neutral detergent fibre)	VDLUFA (2007), Methode 6.5.1	322,52 g	511,95 g	532,02 g	277,89 g
ADForg (organic acid detergent fibre)	VDLUFA (2007), Methode 6.5.2		311,74 g	342,76 g	
Verdauliche org. Masse (Elos)	VDLUFA (2007), Methode 6.6.1	529,25 g	648,83 g	701,87 g	649,04 g
ME (Basis Elos; nach GfE (2008))	berechnet		10,0 MJ	10,3 MJ	
ME (Basis RNST; nach Aiple (1999))	berechnet	8,9 MJ	9,2 MJ	9,7 MJ	10,6 MJ
Mengen- u. Spurenelemente					
Stickstoff	DIN (1998), ISO 13878	15,21 g	23,48 g	25,04 g	32,53 g
Phosphor	VDLUFA (2007), Methode 10.6.1	1,54 g	3,10 g	2,88 g	3,05 g
Kalium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	6,26 g	23,30 g	19,31 g	16,62 g
Magnesium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	1,49 g	2,48 g	2,35 g	4,09 g
Calcium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	3,85 g	5,12 g	5,11 g	14,90 g
Schwefel	DIN (1998), ISO 13878	1,36 g	2,39 g	2,21 g	3,38 g
Natrium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	0,11 g	0,46 g	0,29 g	0,10 g
Kupfer	VDLUFA (2007), Methode 11.3.2	3,60 mg	7,99 mg	7,19 mg	18,49 mg
Zink	VDLUFA (2007), Methode 11.5.2	32,59 mg	26,86 mg	25,26 mg	53,88 mg
Mangan	VDLUFA (2007), Methode 11.4.2	64,19 mg	63,70 mg	58,31 mg	16,39 mg
Eisen	VDLUFA (2007), Methode 11.1.2	38,59 mg	118,42 mg	92,95 mg	53,18 mg
Selen	VDLUFA (2007), Methode 11.6.2	0,026 mg	0,000 mg	0,020 mg	0,000 mg

Fortsetzung **Tab. A 13: Futterwerttabelle Insel Wörth Mai/Juni 2010**

Wörth Mai/Juni 2010					
Parameter	Rotbuche <i>Fagus sylvatica</i> (Blätter)	Stiel-Eiche <i>Quercus robur</i> (Blätter)	Eingriffeliger Weißdorn <i>Crataegus monogyna</i> (Blätter & Blüten)	Bergahorn <i>Acer pseudoplatanus</i> (Blätter)	Rosskastanie <i>Aesculus hippocastanum</i> (Blätter)
Trockenmasse (incl. Gärsäuren) [je kg FM]	360,97 g	347,06 g	314,01 g	248,77 g	249,12 g
Rohnährstoffe	je kg TM	je kg TM	je kg TM	je kg TM	je kg TM
Rohasche (XA)	43,97 g	42,80 g	73,36 g	61,51 g	70,32 g
Rohfaser (XF)	215,56 g	185,44 g	148,08 g	168,95 g	191,11 g
Rohprotein (XP)	156,84 g	138,06 g	145,63 g	202,44 g	169,78 g
Zucker (XZ)	33,52 g	10,00 g	58,06 g	36,09 g	11,24 g
Stärke (XS)	171,56 g	236,07 g	187,12 g	179,53 g	222,75 g
Rohfett (XL)	50,36 g	80,80 g	70,63 g	55,93 g	71,84 g
NDForg (organic neutral detergent fibre)	371,54 g	258,88 g	290,84 g	287,82 g	281,10 g
ADForg (organic acid detergent fibre)					
Verdauliche org. Masse (Elos)	355,11 g	522,85 g	428,03 g	709,36 g	376,66 g
ME (Basis Elos; nach GfE (2008))					
ME (Basis RNST; nach Aiple (1999))	9,6 MJ	9,6 MJ	9,6 MJ	10,4 MJ	9,7 MJ
Mengen- u. Spurenelemente					
Stickstoff	25,10 g	22,09 g	23,30 g	32,39 g	27,17 g
Phosphor	1,78 g	2,03 g	2,70 g	3,41 g	2,92 g
Kalium	7,36 g	9,87 g	16,58 g	19,00 g	17,65 g
Magnesium	2,35 g	2,81 g	3,16 g	2,86 g	3,04 g
Calcium	9,51 g	6,77 g	15,67 g	10,34 g	13,09 g
Schwefel	1,60 g	1,66 g	1,95 g	2,40 g	1,91 g
Natrium	0,16 g	0,11 g	0,13 g	0,09 g	0,09 g
Kupfer	9,49 mg	7,10 mg	13,28 mg	9,29 mg	9,89 mg
Zink	22,99 mg	16,39 mg	42,53 mg	42,16 mg	20,69 mg
Mangan	87,24 mg	95,26 mg	17,37 mg	16,68 mg	16,49 mg
Eisen	54,96 mg	67,47 mg	57,41 mg	49,65 mg	45,37 mg
Selen	0,025 mg	0,014 mg	0,001 mg	0,005 mg	0,000 mg

Wörth Mai/Juni 2010						
Parameter	Schwarz-Erle <i>Alnus glutinosa</i> (Blätter)	Winter-Linde <i>Tilia cordata</i> (Blätter)	Hasel <i>Corylus avellana</i> (Blätter)	Gewöhnliche Berberitze <i>Berberis vulgaris</i> (Blätter)	Rose <i>Rosa spec.</i> (Blätter)	Brombeere <i>Rubus spec.</i> (Blätter)
Trockenmasse (incl. Gärsäuren) [je kg FM]	326,09 g	273,78 g	273,74 g	296,28 g	299,45 g	225,41 g
Rohnährstoffe	je kg TM	je kg TM	je kg TM	je kg TM	je kg TM	je kg TM
Rohasche (XA)	47,56 g	70,98 g	45,10 g	64,92 g	64,87 g	57,21 g
Rohfaser (XF)	161,90 g	203,83 g	161,16 g	112,43 g	155,33 g	197,02 g
Rohprotein (XP)	164,31 g	218,84 g	201,28 g	196,44 g	158,06 g	211,44 g
Zucker (XZ)	38,92 g	95,81 g	28,39 g	53,43 g	37,64 g	3,52 g
Stärke (XS)	211,55 g	189,18 g	238,36 g	278,12 g	237,56 g	197,28 g
Rohfett (XL)	48,03 g	60,61 g	45,06 g	65,01 g	62,91 g	39,16 g
NDForg (organic neutral detergent fibre)	293,48 g	287,03 g	268,07 g	223,85 g	209,49 g	385,03 g
ADForg (organic acid detergent fibre)						
Verdauliche org. Masse (Elos)	398,36 g	609,81 g	434,51 g	569,90 g	593,10 g	420,62 g
ME (Basis Elos; nach GfE (2008))						
ME (Basis RNST; nach Aiple (1999))	10,0 MJ	10,3 MJ	10,6 MJ	10,6 MJ	9,8 MJ	10,4 MJ
Mengen- u. Spurenelemente						
Stickstoff	26,29 g	35,02 g	32,21 g	31,43 g	25,29 g	33,83 g
Phosphor	2,03 g	3,19 g	2,58 g	2,80 g	2,81 g	3,07 g
Kalium	7,97 g	13,80 g	6,98 g	24,84 g	15,56 g	21,77 g
Magnesium	3,62 g	4,12 g	4,03 g	4,28 g	4,60 g	5,82 g
Calcium	10,37 g	14,68 g	8,86 g	7,87 g	12,06 g	7,27 g
Schwefel	1,76 g	2,09 g	2,03 g	2,22 g	1,74 g	2,50 g
Natrium	0,12 g	0,12 g	0,18 g	0,13 g	0,11 g	0,15 g
Kupfer	18,38 mg	8,99 mg	19,39 mg	7,49 mg	7,30 mg	8,70 mg
Zink	64,72 mg	20,48 mg	60,27 mg	28,97 mg	25,79 mg	25,89 mg
Mangan	30,86 mg	14,38 mg	78,06 mg	39,46 mg	20,89 mg	46,37 mg
Eisen	46,74 mg	60,93 mg	68,87 mg	59,94 mg	38,58 mg	48,37 mg
Selen	0,093 mg	0,019 mg	0,129 mg	0,000 mg	0,037 mg	0,016 mg

Tab. A 14: Futterwerttabelle und Analysenmethoden Hattingen März 2010

Hattingen März 2010			
Parameter	Analysenmethode	Grassilage 1	Grassilage 2
		Rundballensilage	Rundballensilage
Trockenmasse (incl. Gärsäuren) [je kg FM]	VDLUFA (2007), Methode 3.1	708,70 g	719,00 g
Rohnährstoffe		je kg TM	je kg TM
Rohasche (XA)	VDLUFA (2007), Methode 8.1	56,11 g	55,99 g
Rohfaser (XF)	VDLUFA (2007), Methode 6.1.2	296,03 g	277,51 g
Rohprotein (XP)	VDLUFA (2007), Methode 4.1.2	90,84 g	85,06 g
Zucker (XZ)	NIRS, VDLUFA Kassel	150,63 g	190,98 g
Stärke (XS)	NIRS, VDLUFA Kassel		
Rohfett (XL)	VDLUFA (2007), Methode 5.1.1	25,06 g	22,16 g
NDForg (organic neutral detergent fibre)	VDLUFA (2007), Methode 6.5.1	607,18 g	560,08 g
ADForg (organic acid detergent fibre)	VDLUFA (2007), Methode 6.5.2	379,15 g	346,62 g
Verdauliche org. Masse (Elos)	VDLUFA (2007), Methode 6.6.1	598,75 g	623,80 g
ME (Basis Elos; nach GfE (2008))	berechnet	9,3 MJ	9,6 MJ
ME (Basis RNST; nach Aiple (1999))	berechnet	8,1 MJ	8,2 MJ
Mengen- u. Spurenelemente			
Stickstoff	DIN (1998), ISO 13878	14,54 g	13,61 g
Phosphor	VDLUFA (2007), Methode 10.6.1	2,69 g	2,93 g
Kalium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	13,14 g	14,72 g
Magnesium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	2,14 g	1,86 g
Calcium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	3,45 g	3,30 g
Schwefel	DIN (1998), ISO 13878	2,80 g	2,25 g
Natrium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	1,94 g	1,40 g
Kupfer	VDLUFA (2007), Methode 11.3.2	5,10 mg	5,59 mg
Zink	VDLUFA (2007), Methode 11.5.2	19,69 mg	24,96 mg
Mangan	VDLUFA (2007), Methode 11.4.2	71,46 mg	58,90 mg
Eisen	VDLUFA (2007), Methode 11.1.2	77,65 mg	56,11 mg
Selen	VDLUFA (2007), Methode 11.6.2	0,031 mg	0,028 mg

Tab. A 15: Futterwerttabelle und Analysenmethoden Hattingen April 2010

Hattingen April 2010					
Parameter	Analysenmethode	Frischgras (bei Haus)	Frischgras (bei Gänsen)	Rasen-Schmiele <i>Deschampsia cespitosa</i>	Brombeere <i>Rubus spec.</i> (Blätter)
Trockenmasse (incl. Gärsäuren) [je kg FM]	VDLUFA (2007), Methode 3.1	239,38 g	260,26 g	246,38 g	256,65 g
Rohnährstoffe		je kg TM	je kg TM	je kg TM	je kg TM
Rohasche (XA)	VDLUFA (2007), Methode 8.1	103,23 g	96,09 g	84,77 g	63,48 g
Rohfaser (XF)	VDLUFA (2007), Methode 6.1.2	176,65 g	170,94 g	179,46 g	138,44 g
Rohprotein (XP)	VDLUFA (2007), Methode 4.1.2	250,06 g	224,22 g	269,84 g	217,94 g
Zucker (XZ)	NIRS, VDLUFA Kassel	169,17 g	189,67 g	155,66 g	4,55 g
Stärke (XS)	NIRS, VDLUFA Kassel				233,13 g
Rohfett (XL)	VDLUFA (2007), Methode 5.1.1	35,93 g	35,28 g	32,43 g	34,93 g
NDForg (organic neutral detergent fibre)	VDLUFA (2007), Methode 6.5.1	398,58 g	401,86 g	424,27 g	356,45 g
ADForg (organic acid detergent fibre)	VDLUFA (2007), Methode 6.5.2	260,53 g	245,26 g	264,59 g	
Verdauliche org. Masse (Elos)	VDLUFA (2007), Methode 6.6.1	767,71 g	804,10 g	783,95 g	537,28 g
ME (Basis Elos; nach GfE (2008))	berechnet	11,2 MJ	11,6 MJ	11,3 MJ	
ME (Basis RNST; nach Aiple (1999))	berechnet	10,6 MJ	10,4 MJ	11,0 MJ	10,8 MJ
Mengen- u. Spurenelemente					
Stickstoff	DIN (1998), ISO 13878	40,01 g	35,88 g	43,18 g	34,87 g
Phosphor	VDLUFA (2007), Methode 10.6.1	3,76 g	3,29 g	2,90 g	3,94 g
Kalium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	32,18 g	26,18 g	27,33 g	18,10 g
Magnesium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	1,65 g	1,45 g	1,81 g	2,96 g
Calcium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	5,71 g	5,73 g	5,47 g	8,23 g
Schwefel	DIN (1998), ISO 13878	4,40 g	3,69 g	4,70 g	2,67 g
Natrium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	0,40 g	0,40 g	0,47 g	0,34 g
Kupfer	VDLUFA (2007), Methode 11.3.2	14,78 mg	11,29 mg	12,68 mg	13,90 mg
Zink	VDLUFA (2007), Methode 11.5.2	150,26 mg	115,52 mg	249,49 mg	64,28 mg
Mangan	VDLUFA (2007), Methode 11.4.2	58,51 mg	92,54 mg	44,14 mg	82,47 mg
Eisen	VDLUFA (2007), Methode 11.1.2	294,03 mg	284,80 mg	145,52 mg	133,75 mg
Selen	VDLUFA (2007), Methode 11.6.2	0,127 mg	0,108 mg	0,064 mg	0,105 mg

Fortsetzung **Tab. A 15: Futterwerttabelle Hattingen April 2010**

Hattingen April 2010						
Parameter	Rotbuche <i>Fagus sylvatica</i> (Blätter)	Hänge-Birke <i>Betula pendula</i> (Blätter)	Eingriffeliger Weißdorn <i>Crataegus monogyna</i> (Blätter & Blütenknospen)	Ohr-Weide <i>Salix aurita</i> (Blätter)	Weide <i>Salix spec.</i> (Blätter)	Bruch-Weide <i>Salix fragilis</i> (Blätter & Blütenstände)
Trockenmasse (incl. Gärsäuren) [je kg FM]	316,46 g	312,76 g	297,22 g	297,78 g	268,56 g	340,39 g
Rohnährstoffe	je kg TM	je kg TM	je kg TM	je kg TM	je kg TM	je kg TM
Rohasche (XA)	58,75 g	53,84 g	67,70 g	64,11 g	61,25 g	52,63 g
Rohfaser (XF)	111,75 g	149,80 g	125,08 g	179,79 g	166,77 g	257,20 g
Rohprotein (XP)	196,97 g	236,28 g	199,34 g	236,09 g	240,41 g	163,97 g
Zucker (XZ)		50,27 g	33,47 g	37,05 g	20,26 g	
Stärke (XS)	327,70 g	191,03 g	258,49 g	191,57 g	231,04 g	186,05 g
Rohfett (XL)	51,50 g	77,26 g	66,59 g	67,78 g	78,31 g	72,39 g
NDForg (organic neutral detergent fibre)	198,46 g	273,76 g	179,04 g	283,47 g	244,47 g	394,22 g
ADForg (organic acid detergent fibre)						
Verdauliche org. Masse (Elos)	749,66 g	587,46 g	485,21 g	491,13 g	465,89 g	359,85 g
ME (Basis Elos; nach GfE (2008))						
ME (Basis RNST; nach Aiple (1999))	10,7 MJ	11,0 MJ	10,6 MJ	10,8 MJ	10,9 MJ	9,4 MJ
Mengen- u. Spurenelemente						
Stickstoff	31,52 g	37,81 g	31,90 g	37,78 g	38,47 g	26,24 g
Phosphor	3,55 g	4,43 g	3,44 g	4,66 g	4,72 g	3,31 g
Kalium	11,89 g	11,47 g	18,08 g	13,34 g	16,89 g	11,48 g
Magnesium	1,92 g	2,07 g	2,64 g	1,98 g	2,06 g	1,42 g
Calcium	10,50 g	9,06 g	9,74 g	10,76 g	8,04 g	9,02 g
Schwefel	3,04 g	3,03 g	2,89 g	3,33 g	3,32 g	3,06 g
Natrium	0,30 g	0,31 g	0,30 g	0,37 g	0,26 g	0,31 g
Kupfer	9,70 mg	11,68 mg	15,99 mg	11,99 mg	11,19 mg	11,09 mg
Zink	58,19 mg	597,39 mg	115,61 mg	454,95 mg	466,11 mg	358,62 mg
Mangan	294,64 mg	257,21 mg	45,26 mg	40,47 mg	189,34 mg	83,59 mg
Eisen	133,17 mg	120,32 mg	136,59 mg	134,99 mg	186,04 mg	137,92 mg
Selen	0,105 mg	0,208 mg	0,040 mg	0,050 mg	0,103 mg	0,074 mg

Tab. A 16: Futterwerttabelle und Analysenmethoden Hattingen August 2010

Hattingen August 2010				
Parameter	Analysenmethode	Indisches Springkraut <i>Impatiens glandulifera</i>	Riesenbärenklau <i>Heracleum mantegazzianum</i>	Brombeere <i>Rubus spec.</i> (Blätter)
Trockenmasse (incl. Gärsäuren) [je kg FM]	VDLUFA (2007), Methode 3.1	126,31 g	154,93 g	356,13 g
Rohnährstoffe		je kg TM	je kg TM	je kg TM
Rohasche (XA)	VDLUFA (2007), Methode 8.1	135,24 g	152,29 g	52,24 g
Rohfaser (XF)	VDLUFA (2007), Methode 6.1.2	117,22 g	121,32 g	186,88 g
Rohprotein (XP)	VDLUFA (2007), Methode 4.1.2	246,88 g	223,16 g	171,91 g
Zucker (XZ)	NIRS, VDLUFA Kassel	63,87 g	69,52 g	
Stärke (XS)	NIRS, VDLUFA Kassel	163,70 g	112,37 g	188,48 g
Rohfett (XL)	VDLUFA (2007), Methode 5.1.1	57,80 g	55,53 g	81,34 g
NDForg (organic neutral detergent fibre)	VDLUFA (2007), Methode 6.5.1	255,64 g	304,37 g	417,65 g
ADForg (organic acid detergent fibre)	VDLUFA (2007), Methode 6.5.2			
Verdauliche org. Masse (Elos)	VDLUFA (2007), Methode 6.6.1	830,20 g	889,32 g	656,60 g
ME (Basis Elos; nach GfE (2008))	berechnet			
ME (Basis RNST; nach Aiple (1999))	berechnet	10,7 MJ	10,2 MJ	9,9 MJ
Mengen- u. Spurenelemente				
Stickstoff	DIN (1998), ISO 13878	39,50 g	35,71 g	27,51 g
Phosphor	VDLUFA (2007), Methode 10.6.1	6,09 g	4,41 g	2,00 g
Kalium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	28,30 g	32,82 g	9,71 g
Magnesium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	5,16 g	3,23 g	3,12 g
Calcium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	21,89 g	14,01 g	7,78 g
Schwefel	DIN (1998), ISO 13878	4,08 g	3,09 g	2,63 g
Natrium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	0,33 g	0,34 g	0,25 g
Kupfer	VDLUFA (2007), Methode 11.3.2	15,09 mg	17,89 mg	10,59 mg
Zink	VDLUFA (2007), Methode 11.5.2	276,87 mg	112,05 mg	82,94 mg
Mangan	VDLUFA (2007), Methode 11.4.2	85,66 mg	109,25 mg	72,35 mg
Eisen	VDLUFA (2007), Methode 11.1.2	107,95 mg	1412,35 mg	106,33 mg
Selen	VDLUFA (2007), Methode 11.6.2	0,074 mg	0,154 mg	0,078 mg

Hattingen August 2010					
Parameter	Esche <i>Fraxinus excelsior</i> (Blätter)	Hasel <i>Corylus avellana</i> (Blätter)	Hainbuche <i>Carpinus betulus</i> (Blätter & Fruchtstände)	Eingriffeliger Weißdorn <i>Crataegus monogyna</i> (Blätter & Früchte)	Bruch-Weide <i>Salix fragilis</i> (Blätter)
Trockenmasse (incl. Gärsäuren) [je kg FM]	351,86 g	326,99 g	454,66 g	430,13 g	356,15 g
Rohnährstoffe	je kg TM	je kg TM	je kg TM	je kg TM	je kg TM
Rohasche (XA)	102,71 g	50,63 g	43,59 g	79,70 g	78,68 g
Rohfaser (XF)	130,24 g	147,81 g	154,86 g	130,61 g	164,19 g
Rohprotein (XP)	155,22 g	224,31 g	141,78 g	120,34 g	179,56 g
Zucker (XZ)	94,64 g	24,73 g	9,92 g	48,11 g	46,65 g
Stärke (XS)	127,50 g	232,59 g	258,11 g	195,70 g	154,77 g
Rohfett (XL)	49,62 g	56,31 g	72,24 g	70,60 g	80,91 g
NDForg (organic neutral detergent fibre)	293,11 g	323,03 g	288,49 g	320,60 g	305,48 g
ADForg (organic acid detergent fibre)					
Verdauliche org. Masse (Elos)	689,65 g	566,31 g	644,54 g	592,44 g	683,18 g
ME (Basis Elos; nach GfE (2008))					
ME (Basis RNST; nach Aiple (1999))	9,6 MJ	10,9 MJ	9,8 MJ	9,4 MJ	10,0 MJ
Mengen- u. Spurenelemente					
Stickstoff	24,84 g	35,89 g	22,69 g	19,26 g	28,73 g
Phosphor	2,19 g	2,38 g	1,39 g	1,75 g	2,16 g
Kalium	10,47 g	8,06 g	6,81 g	10,09 g	11,49 g
Magnesium	3,30 g	2,59 g	1,55 g	2,66 g	2,12 g
Calcium	23,97 g	8,26 g	6,87 g	16,94 g	15,51 g
Schwefel	3,31 g	2,86 g	1,96 g	2,58 g	4,21 g
Natrium	0,33 g	0,25 g	0,36 g	0,32 g	0,38 g
Kupfer	13,49 mg	22,09 mg	11,19 mg	14,48 mg	15,59 mg
Zink	50,65 mg	152,10 mg	81,12 mg	91,40 mg	434,68 mg
Mangan	38,66 mg	93,24 mg	279,81 mg	35,56 mg	359,63 mg
Eisen	134,26 mg	174,79 mg	269,42 mg	203,08 mg	258,81 mg
Selen	0,286 mg	0,284 mg	0,084 mg	0,251 mg	0,175 mg

Hattingen August 2010					
Parameter	Rasen-Schmiele <i>Deschampsia cespitosa</i>	Frischgras (Brunftwiese)	Frischgras (bei Gänsen)	Frischgras (bei Haus)	Frischgras (zwischen Rasen-Schmiele)
Trockenmasse (incl. Gärsäuren) [je kg FM]	336,57 g	300,07 g	209,44 g	218,67 g	220,76 g
Rohnährstoffe	je kg TM	je kg TM	je kg TM	je kg TM	je kg TM
Rohasche (XA)	81,96 g	82,04 g	103,45 g	114,08 g	106,88 g
Rohfaser (XF)	300,86 g	275,51 g	188,44 g	183,72 g	209,88 g
Rohprotein (XP)	122,13 g	147,59 g	274,47 g	240,69 g	236,97 g
Zucker (XZ)	70,25 g	90,96 g	102,15 g	128,38 g	109,46 g
Stärke (XS)					
Rohfett (XL)	25,61 g	30,81 g	41,23 g	39,39 g	38,05 g
NDForg (organic neutral detergent fibre)	657,65 g	616,52 g	443,78 g	425,10 g	448,88 g
ADForg (organic acid detergent fibre)	391,70 g	375,65 g	272,96 g	242,91 g	287,41 g
Verdauliche org. Masse (Elos)	464,12 g	529,47 g	739,98 g	731,71 g	716,36 g
ME (Basis Elos; nach GfE (2008))	8,0 MJ	8,8 MJ	11,1 MJ	11,0 MJ	10,7 MJ
ME (Basis RNST; nach Aiple (1999))	8,3 MJ	8,8 MJ	10,9 MJ	10,4 MJ	10,2 MJ
Mengen- u. Spurenelemente					
Stickstoff	19,54 g	23,62 g	43,92 g	38,51 g	37,92 g
Phosphor	2,20 g	2,73 g	3,84 g	4,32 g	3,74 g
Kalium	19,48 g	18,20 g	34,40 g	30,65 g	32,93 g
Magnesium	1,80 g	1,18 g	1,41 g	1,78 g	1,62 g
Calcium	4,50 g	3,27 g	2,75 g	4,39 g	4,15 g
Schwefel	4,89 g	3,30 g	4,57 g	5,49 g	3,95 g
Natrium	0,25 g	0,30 g	0,31 g	0,68 g	0,28 g
Kupfer	8,09 mg	7,30 mg	35,08 mg	34,45 mg	56,46 mg
Zink	276,79 mg	138,97 mg	174,91 mg	213,71 mg	183,86 mg
Mangan	52,06 mg	86,68 mg	267,06 mg	55,32 mg	151,08 mg
Eisen	168,57 mg	180,96 mg	185,80 mg	306,58 mg	267,69 mg
Selen	0,066 mg	0,082 mg	0,054 mg	0,054 mg	0,072 mg

Tab. A 17: Futterwerttabelle und Analysenmethoden Hattingen November 2010

Hattingen November 2010				
Parameter	Analysenmethode	Esche <i>Fraxinus excelsior</i> (Blätter)	Brombeere <i>Rubus spec.</i> (Blätter)	Rasen-Schmiele <i>Deschampsia cespitosa</i>
Trockenmasse (incl. Gärsäuren) [je kg FM]	VDLUFA (2007), Methode 3.1	280,64 g	419,89 g	228,61 g
Rohnährstoffe		je kg TM	je kg TM	je kg TM
Rohasche (XA)	VDLUFA (2007), Methode 8.1	132,31 g	61,68 g	92,94 g
Rohfaser (XF)	VDLUFA (2007), Methode 6.1.2	199,06 g	260,13 g	250,06 g
Rohprotein (XP)	VDLUFA (2007), Methode 4.1.2	93,72 g	130,19 g	170,50 g
Zucker (XZ)	NIRS, VDLUFA Kassel	102,14 g	18,17 g	117,88 g
Stärke (XS)	NIRS, VDLUFA Kassel	80,61 g	147,94 g	
Rohfett (XL)	VDLUFA (2007), Methode 5.1.1	48,08 g	62,94 g	29,66 g
NDForg (organic neutral detergent fibre)	VDLUFA (2007), Methode 6.5.1	348,08 g	465,24 g	549,17 g
ADForg (organic acid detergent fibre)	VDLUFA (2007), Methode 6.5.2			305,33 g
Verdauliche org. Masse (Elos)	VDLUFA (2007), Methode 6.6.1	598,22 g	574,07 g	634,75 g
ME (Basis Elos; GfE (2008))	berechnet			9,8 MJ
ME (Basis RNST; nach Aiple (1999))	berechnet	8,1 MJ	8,8 MJ	9,2 MJ
Mengen- u. Spurenelemente				
Stickstoff	DIN (1998), ISO 13878	15,00 g	20,83 g	27,28 g
Phosphor	VDLUFA (2007), Methode 10.6.1	1,01 g	1,80 g	2,40 g
Kalium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	7,37 g	8,87 g	26,10 g
Magnesium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	5,07 g	3,05 g	1,68 g
Calcium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	34,13 g	14,08 g	4,32 g
Schwefel	DIN (1998), ISO 13878	3,77 g	1,86 g	3,82 g
Natrium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	0,30 g	0,23 g	0,22 g
Kupfer	VDLUFA (2007), Methode 11.3.2	6,76 mg	7,12 mg	8,57 mg
Zink	VDLUFA (2007), Methode 11.5.2	79,30 mg	101,20 mg	126,67 mg
Mangan	VDLUFA (2007), Methode 11.4.2	33,13 mg	94,37 mg	41,49 mg
Eisen	VDLUFA (2007), Methode 11.1.2	186,23 mg	110,34 mg	202,23 mg
Selen	VDLUFA (2007), Methode 11.6.2	0,265 mg	0,100 mg	0,098 mg

Hattingen November 2010

	Frischgras	Frischgras	Frischgras	Frischgras	Frischgras
Parameter	(bei Haus)	(Mitte/Kurve)	(bei Gänsen)	(ganz oben bei Gänsen)	(Brunftwiese)
Trockenmasse (incl. Gärsäuren) [je kg FM]	153,78 g	163,86 g	173,59 g	203,69 g	145,91 g
Rohnährstoffe	je kg TM	je kg TM	je kg TM	je kg TM	je kg TM
Rohasche (XA)	161,79 g	154,26 g	130,47 g	105,55 g	118,06 g
Rohfaser (XF)	174,78 g	169,94 g	187,68 g	214,05 g	233,24 g
Rohprotein (XP)	244,00 g	250,72 g	251,59 g	209,84 g	262,63 g
Zucker (XZ)	106,53 g	116,24 g	118,78 g	141,51 g	87,59 g
Stärke (XS)					
Rohfett (XL)	30,91 g	31,28 g	31,67 g	28,29 g	30,75 g
NDForg (organic neutral detergent fibre)	482,37 g	489,70 g	483,94 g	520,70 g	554,03 g
ADForg (organic acid detergent fibre)	255,92 g	251,84 g	271,73 g	267,19 g	278,10 g
Verdauliche org. Masse (Elos)	681,22 g	694,09 g	697,55 g	687,36 g	671,66 g
ME (Basis Elos; GfE (2008))	10,1 MJ	10,3 MJ	10,3 MJ	10,3 MJ	10,1 MJ
ME (Basis RNST; nach Aiple (1999))	10,1 MJ	10,3 MJ	10,4 MJ	9,8 MJ	10,3 MJ
Mengen- u. Spurenelemente					
Stickstoff	39,04 g	40,12 g	40,26 g	33,58 g	42,02 g
Phosphor	4,72 g	4,52 g	3,85 g	2,82 g	3,70 g
Kalium	33,10 g	33,93 g	30,40 g	25,82 g	29,44 g
Magnesium	2,36 g	2,15 g	1,89 g	1,59 g	1,92 g
Calcium	5,01 g	4,30 g	6,22 g	4,01 g	4,79 g
Schwefel	4,44 g	4,03 g	4,52 g	4,20 g	4,34 g
Natrium	0,96 g	0,40 g	0,40 g	0,32 g	0,65 g
Kupfer	24,67 mg	22,20 mg	15,86 mg	6,56 mg	12,85 mg
Zink	193,01 mg	188,83 mg	218,58 mg	77,32 mg	218,76 mg
Mangan	120,93 mg	178,01 mg	120,99 mg	424,74 mg	77,20 mg
Eisen	2082,75 mg	1869,40 mg	984,08 mg	257,55 mg	465,16 mg
Selen	0,205 mg	0,149 mg	0,132 mg	0,111 mg	0,089 mg

Tab. A 18: Futterwerttabelle und Analysenmethoden Neandertal 1. Phase 2009

Neandertal 1.Phase 2009			
Parameter	Analysenmethode	"Auerochsen" Rundballen A 1.1	"Auerochsen" Rundballen B 1.2
Trockenmasse (incl. Gärsäuren) [je kg FM]	VDLUFA (2007), Methode 3.1	898,20 g	899,22 g
Rohnährstoffe		je kg TM	je kg TM
Rohasche (XA)	VDLUFA (2007), Methode 8.1	85,53 g	85,70 g
Rohfaser (XF)	VDLUFA (2007), Methode 6.1.2	366,47 g	358,82 g
Rohprotein (XP)	VDLUFA (2007), Methode 4.1.2	101,97 g	105,81 g
Zucker (XZ)	NIRS, VDLUFA Kassel	72,90 g	73,36 g
Rohfett (XL)	VDLUFA (2007), Methode 5.1.1	11,97 g	12,99 g
NDForg (organic neutral detergent fibre)	VDLUFA (2007), Methode 6.5.1	564,92 g	540,44 g
ADForg (organic acid detergent fibre)	VDLUFA (2007), Methode 6.5.2	417,66 g	402,71 g
verdauliche org. Masse (Elos)	VDLUFA (2007), Methode 6.6.1	532,89 g	
ME (Basis Elos; GfE (2008))	berechnet	7,9 MJ	8,8 MJ
ME (Basis RNST; nach Aiple (1999))	berechnet	7,6 MJ	7,7 MJ
Mengen- u. Spurenelemente			
Stickstoff	DIN (1998), ISO 13878	16,32 g	16,93 g
Phosphor	VDLUFA (2007), Methode 10.6.1	2,38 g	2,39 g
Kalium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	21,21 g	20,76 g
Magnesium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	1,42 g	1,40 g
Calcium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	8,01 g	7,88 g
Schwefel	DIN (1998), ISO 13878	1,23 g	1,21 g
Natrium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	0,57 g	0,52 g
Kupfer	VDLUFA (2007), Methode 11.3.2	9,39 mg	7,99 mg
Zink	VDLUFA (2007), Methode 11.5.2	28,98 mg	29,65 mg
Mangan	VDLUFA (2007), Methode 11.4.2	53,17 mg	54,41 mg
Eisen	VDLUFA (2007), Methode 11.1.2	219,28 mg	220,35 mg

Neandertal 1.Phase 2009

Parameter	Wisent Rundballen A 1.3	Wisent Rundballen B 1.4	"Auerochsen" Heu A 1.5	"Auerochsen" Heu B 1.6	Wisent Heu A 1.7	Wisent Heu B 1.8
Trockenmasse (incl. Gärsäuren) [je kg FM]	911,53 g	912,11 g	912,08 g	913,01 g	909,09 g	910,24 g
Rohnährstoffe	je kg TM	je kg TM	je kg TM	je kg TM	je kg TM	je kg TM
Rohasche (XA)	76,80 g	74,99 g	39,75 g	39,05 g	52,83 g	52,83 g
Rohfaser (XF)	382,61 g	386,12 g	338,10 g	350,07 g	334,79 g	335,29 g
Rohprotein (XP)	61,53 g	62,50 g	50,69 g	49,22 g	56,75 g	56,47 g
Zucker (XZ)	41,60 g	43,41 g	151,95 g	147,44 g	140,84 g	139,22 g
Rohfett (XL)	12,83 g	12,61 g	11,12 g	10,78 g	12,08 g	12,53 g
NDForg (organic neutral detergent fibre)	762,78 g	760,03 g	665,68 g	672,93 g	633,71 g	637,94 g
ADForg (organic acid detergent fibre)	495,23 g	491,99 g	401,50 g	406,80 g	393,10 g	395,78 g
verdauliche org. Masse (Elos)	419,71 g		543,29 g		550,71 g	
ME (Basis Elos; GfE (2008))	7,3 MJ	7,2 MJ	7,8 MJ	8,0 MJ	7,8 MJ	8,4 MJ
ME (Basis RNST; nach Aiple (1999))	7,0 MJ	7,0 MJ	7,5 MJ	7,4 MJ	7,5 MJ	7,5 MJ
Mengen- u. Spurenelemente						
Stickstoff	9,85 g	10,00 g	8,11 g	7,88 g	9,08 g	9,04 g
Phosphor	1,95 g	1,92 g	1,57 g	1,55 g	2,07 g	2,03 g
Kalium	9,39 g	9,08 g	9,16 g	8,91 g	11,19 g	10,82 g
Magnesium	0,90 g	0,85 g	1,08 g	1,11 g	1,29 g	1,27 g
Calcium	3,38 g	3,27 g	2,56 g	2,47 g	4,10 g	4,03 g
Schwefel	1,42 g	1,48 g	1,55 g	1,47 g	1,60 g	1,62 g
Natrium	0,62 g	0,66 g	1,26 g	1,24 g	1,10 g	0,81 g
Kupfer	3,10 mg	2,70 mg	4,09 mg	3,90 mg	4,00 mg	4,10 mg
Zink	17,20 mg	16,78 mg	33,84 mg	34,97 mg	19,90 mg	19,89 mg
Mangan	50,79 mg	50,15 mg	338,40 mg	321,24 mg	84,98 mg	83,75 mg
Eisen	361,71 mg	325,88 mg	92,44 mg	87,33 mg	140,77 mg	135,93 mg

Tab. A 19: Futterwerttabelle und Analysenmethoden Neandertal 2. Phase 2009

Neandertal 2. Phase 2009

Parameter	Analysenmethode	"Auerochsen" Heu 1A 2.1	"Auerochsen" Heu 1B 2.2
Trockenmasse (incl. Gärsäuren) [je kg FM]	VDLUFA (2007), Methode 3.1	910,80 g	911,72 g
Rohnährstoffe		je kg TM	je kg TM
Rohasche (XA)	VDLUFA (2007), Methode 8.1	78,92 g	77,25 g
Rohfaser (XF)	VDLUFA (2007), Methode 6.1.2	313,64 g	308,51 g
Rohprotein (XP)	VDLUFA (2007), Methode 4.1.2	58,38 g	57,38 g
Zucker (XZ)	NIRS, VDLUFA Kassel	166,21 g	166,29 g
Rohfett (XL)	VDLUFA (2007), Methode 5.1.1	13,75 g	13,71 g
NDForg (organic neutral detergent fibre)	VDLUFA (2007), Methode 6.5.1	599,21 g	601,52 g
ADForg (organic acid detergent fibre)	VDLUFA (2007), Methode 6.5.2	371,00 g	371,29 g
verdauliche org. Masse (Elos)	VDLUFA (2007), Methode 6.6.1	588,46 g	
ME (Basis Elos; GfE (2008))	berechnet	8,1 MJ	8,6 MJ
ME (Basis RNST; nach Aiple (1999))	berechnet	7,4 MJ	7,4 MJ
Mengen- u. Spurenelemente			
Stickstoff	DIN (1998), ISO 13878	9,34 g	9,18 g
Phosphor	VDLUFA (2007), Methode 10.6.1	2,09 g	2,08 g
Kalium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	16,12 g	16,14 g
Magnesium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	1,07 g	1,01 g
Calcium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	4,49 g	4,25 g
Schwefel	DIN (1998), ISO 13878	1,73 g	1,71 g
Natrium	VDLUFA (2007), Methode 10.8.2	0,71 g	0,73 g
Kupfer	VDLUFA (2007), Methode 11.3.2	4,40 mg	4,39 mg
Zink	VDLUFA (2007), Methode 11.5.2	17,49 mg	17,07 mg
Mangan	VDLUFA (2007), Methode 11.4.2	51,29 mg	50,52 mg
Eisen	VDLUFA (2007), Methode 11.1.2	268,58 mg	258,27 mg

Fortsetzung **Tab. A 19: Futterwerttabelle Neandertal 2. Phase 2009**

Neandertal 2. Phase 2009						
Parameter	Wisent Heu 1 A 2.3	Wisent Heu 1B 2.4	"Auerochsen" Heu 2A 2.5	"Auerochsen" Heu 2B 2.6	Wisent Heu 2A 2.7	Wisent Heu 2B 2.8
Trockenmasse (incl. Gärsäuren) [je kg FM]	920,29 g	921,08 g	915,01 g	916,36 g	918,30 g	918,40 g
Rohnährstoffe	je kg TM	je kg TM	je kg TM	je kg TM	je kg TM	je kg TM
Rohasche (XA)	76,43 g	75,98 g	74,38 g	74,26 g	77,96 g	78,80 g
Rohfaser (XF)	305,87 g	309,25 g	319,80 g	316,17 g	324,35 g	318,25 g
Rohprotein (XP)	60,78 g	61,53 g	57,47 g	58,19 g	62,66 g	61,97 g
Zucker (XZ)	159,16 g	158,77 g	160,87 g	159,96 g	141,34 g	143,45 g
Rohfett (XL)	14,04 g	14,05 g	12,48 g	12,25 g	12,80 g	12,90 g
NDForg (organic neutral detergent fibre)	609,35 g	609,73 g	622,37 g	622,66 g	645,34 g	642,48 g
ADForg (organic acid detergent fibre)	375,93 g	374,09 g	382,84 g	383,45 g	396,91 g	394,57 g
verdauliche org. Masse (Elos)	593,82 g		593,13 g		579,24 g	
ME (Basis Elos; GfE (2008))	8,2 MJ	8,5 MJ	8,2 MJ	8,4 MJ	8,1 MJ	8,1 MJ
ME (Basis RNST; nach Aiple (1999))	7,5 MJ	7,5 MJ	7,4 MJ	7,4 MJ	7,4 MJ	7,4 MJ
Mengen- u. Spurenelemente						
Stickstoff	9,73 g	9,85 g	9,20 g	9,31 g	10,03 g	9,92 g
Phosphor	2,07 g	2,04 g	2,05 g	2,04 g	2,37 g	2,34 g
Kalium	15,75 g	15,43 g	16,57 g	16,72 g	17,60 g	17,34 g
Magnesium	1,04 g	1,00 g	1,03 g	1,02 g	0,92 g	0,92 g
Calcium	4,35 g	4,09 g	4,06 g	4,11 g	3,45 g	3,44 g
Schwefel	1,70 g	1,67 g	1,56 g	1,59 g	1,64 g	1,65 g
Natrium	0,50 g	0,61 g	0,76 g	0,63 g	0,64 g	0,77 g
Kupfer	4,60 mg	4,40 mg	4,20 mg	4,09 mg	4,60 mg	4,70 mg
Zink	18,50 mg	18,40 mg	16,70 mg	16,47 mg	22,39 mg	23,08 mg
Mangan	74,99 mg	74,08 mg	56,10 mg	53,30 mg	118,14 mg	117,59 mg
Eisen	275,75 mg	260,04 mg	149,30 mg	143,03 mg	195,70 mg	194,51 mg

10 Danksagung

Ich möchte mich bei allen, die zur Entstehung dieser Arbeit beigetragen haben, ganz herzlich bedanken.

Herrn Prof. Dr. Karl-Heinz Südekum danke ich für die fachliche Beratung, freundliche Betreuung und die Übernahme des Erstgutachtens.

Herrn Prof. Dr. Thomas Ziegler danke ich für die Übernahme des Zweitgutachtens.

Herrn Prof. Dr. Jürgen Hummel danke ich für die Übernahme des Drittgutachtens und ganz besonders für die fachliche Beratung, freundliche Betreuung, das Durchführen von statistischen Analysen, das Anführen von Änderungsvorschlägen und das unermüdliche Korrekturlesen.

Ein ganz besonderer Dank gilt Frau Dr. Waltraut Zimmermann als Ideengeberin dieser Arbeit und für die Überlassung des Themas. Ihre Anregungen und fachlichen Unterstützungen waren von großer Bedeutung.

Frau Dr. Lydia Kolter danke ich für die Bereitstellung von Messinstrumenten während der Beobachtungsphasen, für ihre Anregungen und fachlichen Unterstützungen.

Bei der Durchführung der Laboranalysen sei zum einen Frau Nadja Wahl für die Einweisung in die Analysenmethoden der Kotproben gedankt. Zum anderen bedanke ich mich ganz recht herzlich bei Herrn Josef Lux, in dessen Labor ich die Futterprobenanalysen durchführen konnte, mit dem ich diese Ergebnisse diskutieren konnte, und der mir Karten- und Bildmaterial einscannete und graphisch bearbeitete. Frau Hildegard Klein danke ich für die Unterstützung bei der Durchführung der Selenanalysen.

Einen ganz besonderen Dank gilt allen „Auerochsen“-Haltern für die freundliche Aufnahme und die Erlaubnis, mit den Tieren arbeiten und sie beobachten zu dürfen, und für die Erteilung von Auskünften bezüglich Informationen der Tiere entsprechend. Insbesondere sei hier Herr Walter Frisch, Frau Gabriele Meiser, Frau Karin Blumenkamp, Frau Jutta Scheuß und Herr Alfred Schulte-Stade genannt.

Danksagung

Herrn Walter Frisch danke ich auch für die Transporte über den Staffelsee und Herrn Alfred Schulte-Stade und dessen Team danke ich für die sehr gute Beköstigung während meiner Freilanduntersuchungen im Naturschutzgebiet „Ruhraue Hattingen-Winz“.

Der Firma Fischer Thermotec danke ich für die Erstellung der Thermographiebilder. Frau Marion Schneider danke ich herzlich für die Einführung, die Wärmebilder zu verstehen, und sie auszuwerten.

Frau Gisela Meyer danke ich recht herzlich für das Korrekturlesen.

Danke Nicole für die große Hilfe bei der Übersetzung der Zusammenfassung.

Ganz besonders bedanke ich mich bei meiner Familie für die große Unterstützung während dieser Arbeit.

Ein besonderer Dank gilt der Raiffeisen-Rhein-Ahr-Eifel Handelsgesellschaft mbH für die freundliche finanzielle Unterstützung beim Druck dieser Arbeit.